3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DEL PROYECTO

3.1 ÁREA DE ESTUDIO

Para el Estudio de Impacto Ambiental de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Bello, se definieron áreas de estudio diferentes para los medios que componen el ambiente:

- Para el Medio Abiótico, el área de estudio fue el sector donde se encuentra el lote en el que se construirá la Planta, aunque algunos temas, como la Hidrogeología, la geomorfología, la hidrología, la geología, se trabajaron en un contexto del valle de Aburrá.
- Para el Medio Biótico, el área de estudio fue el lote donde se construirá la Planta.
- Para el Medio Social se diferenciaron tres escalas:

– Área de estudio regional, que corresponde a los municipios de Bello y Copacabana

– Área de estudio local, que comprende los barrios vecinos a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello, sus comunidades y grupos organizados; son: la Comuna 8 -Niquía (barrios consolidados como Ciudad Niquía, La Navarra, Guasimalito – rural -, Ciudadela del Norte, Hermosa Providencia, Panamericano y el sector denominado Terranova que concentra nuevos proyectos de propiedad horizontal construidos en los últimos cuatro años y con propuestas de expansión articulado a áreas de comercio igualmente en expansión) y Comuna 9 -Fontidueño (Fontidueño, Alcalá, La Camila y Las Vegas) del Municipio de Bello. Los barrios Machado, El Remanso y La Misericordia de la zona Occidental del Municipio de Copacabana (véase Plano 01G-PGGE-1-301)

– Área de estudio puntual, que corresponde al lote donde se construirá la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Bello.

3.2 MEDIO ABIÓTICO

3.2.1 Geología

- **Caracterización litológica regional**

El municipio de Bello se localiza sobre la margen izquierda del río Medellín, sobre un ancho y profundo valle intramontano conformado por depósitos sedimentarios de tipo aluvial, depósitos aluvio-torrenciales y coluviales de edad cuaternaria, confinados por dos extensos altiplanos conformados por rocas metamórficas de tipo anfibolitas, así como esquistos e intrusivos de tipo dioritas, gabros y dunitas, de edades que varían del paleozoico al cretácico (Figura 3.1).

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

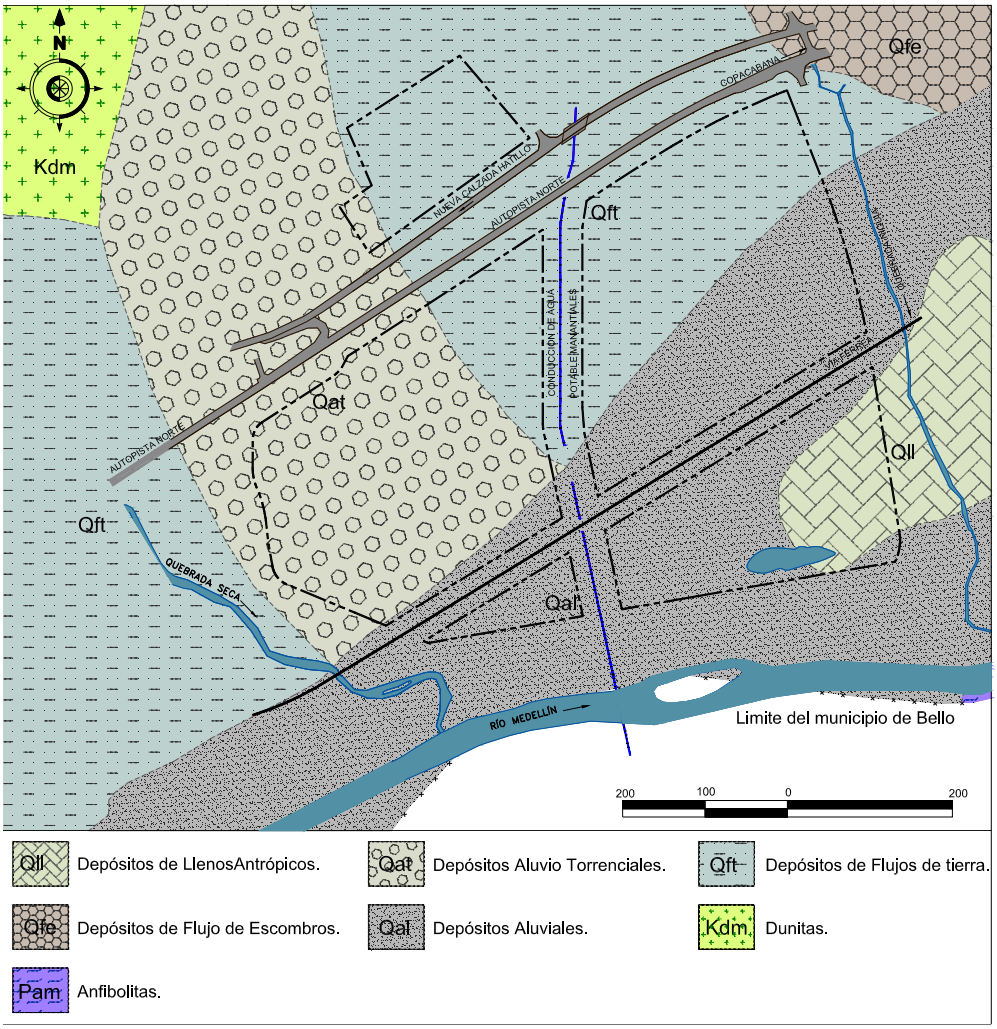


Figura 3.1: Mapa geológico tomado de la MZSVA (1996)[1].

A continuación se presenta los depósitos y rocas presentes en la zona del proyecto, definidos con base en la Microzonificación Sísmica del Valle de Aburrá[2].

a) Llenos antrópicos (Qll).

En la zona donde se construirá la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Bello se ha venido disponiendo, en diversos lugares y de manera no controlada, grandes cantidades de tierra, de composición heterogénea, producto de cortes del terreno y escombros ocasionalmente mezclados con basuras, llegando a presentarse llenos artificiales de gran extensión, cartografiables a escala regional.

[1] Microzonificación sísmica del Valle de Aburrá. Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2002

[2] Ibid

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

b) Depósitos de flujo de tierra y/o escombros (Qft/e).

Son depósitos asociados a la desestabilización de las vertientes, que dieron lugar a la movilización de los materiales fracturados y niveles saprolíticos hacia la parte inferior de las laderas, para aparecer dispersos sobre grandes extensiones del Valle de Aburrá, reposando discordantemente sobre las rocas del basamento y de manera intercalada entre ellos. Están constituidos por una mezcla heterogénea de bloques de diversos tamaños, de moderadamente a muy meteorizados, embebidos en una matriz arcillo limosa (CL) o limo arcillosa (ML), de tonalidades pardo, gris y amarillo.

c) Depósitos aluviales (Qal).

Corresponden a los depósitos del fondo del Valle, generados por el río Medellín y algunos de sus afluentes. Se distribuyen en una franja irregular que sigue el río, aumentando su extensión hacia el flanco occidental del valle, alcanzando longitudes de hasta 7 km y presentando los mayores espesores reportados hacia el sector norte, entre los municipios de Bello y Copacabana. Estos depósitos están constituidos por estratos de continuidad horizontal variable que forman abanicos, terrazas y llanuras aluviales conformadas por diversos materiales clasificados como arcillas, limos, arenas, gravas gruesas y fragmentos rocosos heterogéneos.

d) Depósitos aluvio-torrenciales (Qat)

Son depósitos formados en los valles de las quebradas con forma alargada y de abanicos, ocupando partes medias de las vertientes sobre los cauces encañonados de las cuencas y zonas de baja pendiente.

Estos materiales son producto de eventos erosivos ocurridos en épocas de alta pluviosidad, que han generado avenidas torrenciales de diferente magnitud, dando lugar a la depositación de materiales de diversa litología, tamaño y forma, en paquetes de geometría irregular, de variado espesor, sin estratificación o selección, moderadamente meteorizados, disectados por las corrientes que formaron dichos depósitos. Están conformados por bloques de roca contenidos en una matriz areno gravosa, de color gris o pardo claro, de consistencia dura, no plástica, débilmente a moderadamente cementados, de alta permeabilidad.

e) Dunitas de Medellín (Kdm).

Estas rocas conforman una extensa unidad litológica que atraviesa el valle del río Medellín, formando las laderas occidental y oriental a la altura del municipio de Bello y de Medellín. Su expresión morfológica general es una franja alargada con dirección N-NW, que se extiende desde el sur de Envigado hasta el norte del municipio de Bello, aflorando en el sector de Navarra, cerca al lote de la Planta, en el cerro Quitasol, en la autopista Medellín - Bogotá, entre otras.

Estas rocas reposan en contacto fallado sobre las anfibolitas de Medellín y son consideradas como la base de una secuencia ofiolítica, cuya presencia actual obedece a procesos tectónicos, probablemente de cabalgamiento mediante obducción, de edad cretácea temprana (Restrepo y Toussaint, 1974), produciendo una zona de esquistos cloríticos actinolíticos replegados en el contacto con las anfibolitas de Medellín.

Según su estado de alteración, esta roca tiene diferentes presentaciones, desde azul oscuro a negro en estado fresco, hasta diferentes tonalidades de verde con variaciones a café y gris plomo cuando están meteorizadas; exhiben un intenso fracturamiento, haciéndose más

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

fuerte en cercanía a la zona de contacto con la anfibolita; su textura es de grano fino hasta masiva. En contacto con la anfibolita son de color verde claro, textura foliada, aspecto talcoso, brillo céreo y tacto graso. Mineralógicamente se trata de una dunita compuesta, esencialmente por olivino como mineral primario, con contenidos menores de cromita y magnetita.

f) Anfibolitas (Pam)

Definidas por Jaramillo (1971) como Anfibolitas de Medellín, las cuales corresponden al miembro basal del Grupo Ayurá - Montebello (Botero, 1963), con una posible edad cretácica definida por Restrepo y Toussaint (1989), e interpretadas por Echeverría (1973) como producto del metamorfismo de la corteza oceánica basáltica que constituía el fondo de la cuenca, donde se depositaron los sedimentos y derrames basálticos protolitos de los esquistos y ortoanfibolitas, que posteriormente darían origen al Grupo Ayurá – Montebello.

Afloran en franjas alargadas con dirección NW, al oeste del municipio de Bello, en el sector de Guasimalito parte alta, en la vía que conduce a la casa de máquinas de la Subestación de la hidroeléctrica de Niquía, en las quebradas Chagualones y la Seca; también en el municipio de Copacabana, sector El Noral parte alta, en la autopista Medellín - Bogotá entre el Túnel y la quebrada Rodas y El Limonar parte alta.

Esta unidad de roca se encuentra en contacto intrusivo con el Batolito Antioqueño en el sector del alto de La Virgen en Girardota, en contacto fallado con dunitas en la parte alta de la quebrada Chagualones del cerro Quitasol del municipio de Bello, y en contacto fallado con dunita en la autopista Medellín – Bogotá, a la altura del cruce de la quebrada Rodas y más hacia el sur del valle.

En muestra de mano son de color gris verdoso a gris oscuro, moteadas de blanco, foliadas, exhiben frecuentes variaciones texturales con tamaño de grano desde media (apariencia foliada) a fino (apariencia masiva).

- **Marco sismo-tectónico regional**

Colombia está clasificada en una categoría alta de amenaza sísmica, por localizarse donde se da la convergencia activa de las placas tectónicas Nazca, Suramericana y Caribe, y la micro-placa de Panamá, las cuales, a través del tiempo geológico, dieron lugar a la conformación del prisma de acreción denominado comúnmente como “Bloque Andino”.

Dicho bloque actúa como el amortiguador y liberador de los esfuerzos de distensión, compresión y cortante a lo largo de múltiples sistemas de falla de orientación general N-S, NE-SW, y algunas trazas de falla menores de tendencia E-W.

- **Marco sismo-tectónico local**

Los reportes dados por la Red Sísmica Nacional acerca de las principales sismo-fuentes se refieren, generalmente, a trazas de falla activas que hacen parte de los macro-sistemas de fallas colombianos, que para el área del proyecto son: al oeste los Sistemas Romeral, Cauca, Murrí - Mutatá y Murindó; al norte el Sistema Espíritu Santo; al este el Sistema Belmira y algunos sistemas y trazas menores de falla orientadas N-S y E-W, los cuales son descritos en el documento de la “Microzonificación Sísmica de los Municipios del Valle de Aburrá y Definición de Zonas de Riesgo por Movimientos en Masa e Inundaciones en el Valle de Aburrá (2002)”, de la siguiente manera.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

a) Sistemas de falla de Romeral.

Sistema de fallas rumbo-deslizante, que se extiende por el borde occidental de la cordillera Central, desde el límite con Ecuador hasta la población de Liborina en el municipio de Antioquia, atravesando rocas de diversas litologías y edades.

Las principales trazas de falla de la región que conforman este sistema son: Heliconia, Caldas - San Jerónimo, Sopetrán, Aurra, Cascajosa, Córdoba, Sabanalarga, El Carmen, Iguaná – Boquerón, La Cajetilla, La Chillona, La Sucia, Pintada Norte y Pintada Sur.

b) Sistemas de falla de Cauca.

Corresponde a un complejo sistema de fallas, paralelo al sistema de fallas de Romeral, con una orientación general N-S a NNE, que se extiende desde el límite con Ecuador hasta el municipio de Montería, en el departamento de Córdoba. Las principales trazas de falla de este sistema son: Anzá, Cauca Oeste y Falla Mistrato.

c) Sistema de fallas de Murrí – Mutatá.

Se extiende con una dirección NNW, desde un sector cercano al río Penderisco al SW del departamento de Antioquia, hasta el mar Caribe al norte. Presenta una componente de tipo inverso de alto ángulo y está conformado por dos trazas de fallas denominadas Murrí y Mutatá, que describen contundentes indicios geomorfológicos de actividad reciente, razón por la cual su grado de actividad es considerado como moderado.

d) Sistema de fallas de Murindó.

Presenta una dirección N-S a NNW desde cercanías al río Arquía hasta el río Sucio, describiendo claras evidencias geomorfológicas de actividad reciente, corroboradas con su asociación a la ocurrencia del sismo del 17 de octubre de 1992, lo que lo cualifica como un sistema de grado de actividad medio a alto.

e) Sistema de fallas Espíritu Santo.

Sistema de componente normal a localmente inversa, que se extiende con una dirección NW desde el municipio de Cáceres en el Departamento de Antioquia hasta la falla Sabanalarga, en el municipio de Liborina. Presenta múltiples evidencias de actividad geotectónica, corroboradas mediante la supervisión directa del terreno, ejecutada por medio de trincheras a una de sus trazas principales de falla denominada Nerí, y por los micro-sismos monitoreados para un estudio de INTEGRAL S.A a partir de una red acelerográfica local.

f) Sistema de fallas de Belmira.

Corresponde a un sistema de fallas que se extiende desde un sitio ubicado 5 km al norte del municipio de Belmira, hasta el oeste del municipio de San José de la Montaña, donde desaparece contra la falla Espíritu – Santo; su orientación varia de N-S a NW.

Las evidencias de actividad cuaternaria de este sistema son muy pobres; sin embargo, en la vertiente occidental del cerro Piedra Verde, al SW del Municipio de San José de la Montaña, se han reportado evidencias de desplazamiento lateral izquierdo sobre un Flujo de Lodo Cuaternario, con base en lo cual se cualifica con un grado de actividad tectónica bajo a nulo.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

3.2.2 Geomorfología

De acuerdo con el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del río Aburrá[3] y al estudio de Microzonificación Sísmica del Valle de Aburrá[4], en la zona de estudio se identifican las unidades que se presentan en la Tabla 3.1

Tabla 3.1 Unidades geomorfológicos en la zona de estudio

Unidad cartográfica	Unidades menores	Ubicación	Descripción
Vertientes Suaves en Depósitos (Vsd)	Unidad de Vertientes suaves en depósito (Vsd), Unidad Aluvial (Al), Unidad de Colinas medias (Cm), Unidad de Filos Bajos (Fb).	Entre las unidades geomorfológicas de escarpe, filos y los depósitos aluviales.	Superficies de inclinación suave moldeadas por depósitos de vertiente. Pendientes rectilíneas a ligeramente cóncavas. Leve a moderado grado de disección.
Superficies aluviales (Al)		A lo largo de todos los segmentos del Valle de Aburrá.	Superficie formada por depósitos aluviales del río Aburrá y sus afluentes principales.

Además en la cuenca del río se han identificado procesos morfodinámicos que incluyen movimientos en masa, deslizamientos, socavación de orillas y erosión por escorrentía y reptación

3.2.3 Suelos

Los suelos del área de influencia directa de la planta se caracterizaron con base en la descripción de Suelos del departamento de Antioquia (IGAC, 1979) (véase Plano 01G-PGGE-1-303).

- **Asociación Giradota (GS)**

En el área de influencia del proyecto se localiza en la llanura aluvial del río Medellín sobre pendientes que varían del 0 al 3%. Son suelos moderadamente profundos, limitados por el nivel freático.

Predomina la erosión laminar, y en los sectores donde se ha removido completamente la vegetación para la extracción de material y elaboración de carbón, surcos que empiezan a profundizarse.

Son suelos con fertilidad baja a media, ligeramente ácidos, bases totales altas, saturación de bases alta a muy alta, el carbón orgánico decrece irregularmente, el fósforo es bajo.

[3] Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca del río Aburrá. Área Metropolitana del Valle de Aburrá, CORNARE, CORANTIOQUIA, 2007

[4] Microzonificación Sísmica del Valle de Aburrá. Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2002

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

- **Asociación Andes (AG)**

En el área de influencia del proyecto, se ubica en el sector donde se localizará la planta de compostaje, en pendientes que varían entre 0 y 3%. Son suelos superficiales a moderadamente profundos, limitados por el nivel freático. Se observa erosión laminar.

La fertilidad varía de media a baja, mediana a fuertemente ácidos, bases totales medias, saturación de bases media, el carbón orgánico decrece de medio a bajo, fósforo bajo.

3.2.4 Hidrología.

El río Medellín nace en el Alto de Minas, municipio de Caldas, a 2.650 msnm, y luego de un recorrido de 100 km, recibe las aguas del Riogrande en Puente Gabino, donde cambia de nombre por río Porce, el cual desemboca al río Nechí en el sitio Dos Bocas, después de un recorrido de 352 km.

En el Área Metropolitana del Valle de Aburrá cruza 10 municipios: Caldas, La Estrella, Itagüí, Sabaneta, Envigado, Medellín, Bello, Copacabana, Girardota y Barbosa; en este sector el río tiene una red de drenaje de forma dendrítica alargada y entre sus principales afluentes se encuentran las quebradas: Doña María (Itagüí), Ayurá (Envigado), La Iguaná, La Hueso, Santa Elena, La Loca, La Rosa (todas estas en Medellín), El Hato, La García, Rodas, La Señorita, La Seca (todas estas en Bello).

Las lluvias en la zona presentan un comportamiento bimodal, con dos épocas húmedas (abril y mayo y luego en septiembre-octubre) y dos épocas secas, siendo el período más seco el correspondiente a los meses de diciembre-marzo

De acuerdo con los estudios realizados para el Plan de Ordenamiento y Manejo de la cuenca del río Aburrá (río Medellín)[5], las mayores precipitaciones en la cuenca se presentan en la zona norte de la cuenca, con valores que oscilan entre 2.800 y 3.200 mm/año.

La parte central de la cuenca, donde se encuentra localizada la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Bello, es la zona más seca, con precipitaciones anuales que varían entre 1.400 mm/año y 1.800 mm/año.

En esta región se observa una gran influencia orográfica sobre las precipitaciones, principalmente en el Valle de Aburrá sobre el que confluyen masas de nubes cargadas provenientes de cuencas circundantes.

De las estaciones Limnigráficas y Limnimétricas instaladas en la cuenca del río Medellín-Porce, la más cercana a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello es la estación Machado (RM12), hasta donde el río tiene una longitud de 52,4 km, un perímetro de 212,5 km y un área de 639,5 km^2, la cual operó en el período 1980-1984 (Y=1,192,620, X=838,460), en la cual se tiene estimado un caudal medio de 25,45 m^3/s, de los cuales 6,47 m^3/s son aportes de aguas residuales[6].

[5] Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca del río Aburrá. Área Metropolitana del Valle de Aburrá, CORANTIOQUIA, CORNARE, 2007

[6] Ibid

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

En ese mismo estudio se estiman, por medio de la regionalización de características medias, los caudales máximos del río en la estación Machado, encontrándose valores de 216,64 m^3/s, 267,9 m^3/s, 309,65 m^3/s, 362,41 m^3/s, 401,54 m^3/s, 440,39 m^3/s para períodos de retorno de 2,33; 5, 10, 25, 50 y 100 años respectivamente. Para caudales mínimos, aplicando la misma metodología y para los mismos períodos de retorno, se encontraron los siguientes valores: 7,67 m^3/s, 6,50 m^3/s, 5,85 m^3/s, 5,24 m^3/s, 4,88 m^3/s, 4,59 m^3/s.

El lote donde se construirá la Planta está delimitado por dos quebradas: Niquía y Seca. La primera tiene una cuenca de 1,93 km^2, y presenta un caudal máximo para un período de retorno de 100 años de 179,76 m^3/s[7].

La Seca, cuya cuenca mide 6,27 km^2, presenta un caudal máximo de 71,40 m^3/s[8], para un período de retorno de 100 años.

3.2.5 Calidad del agua

Con el propósito de identificar las características físicas, químicas y biológicas del recurso hídrico en el área de influencia de la futura planta y determinar el estado actual en el que se encuentra este recurso, el 28 de agosto de 2007, se tomaron muestras puntuales y superficiales en las Quebradas Rodas, La Seca y Niquia y en el río Medellín, en el puente de Machado donde quedará la descarga del Interceptor Norte y 50 m antes de la desembocadura de la Quebrada Niquia, donde quedará la descarga de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello. Los parámetros fisico-químicos analizados se presentan en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2 Relación de parámetros monitoreados

Parámetros	Unidad
Temperatura del agua	°C
pH	U
Conductividad	µS/cm
Turbiedad	UNT
Sólidos Totales	mg/l
Sólidos Suspendidos	mg/l
OD	mg/l
Color	Pt-Co
DBO5	mg/l
DQO	mg/l
Nitrógeno Amoniacal	mg/l
Nitritos	mg/l
Fósforo Total	mg/l
Fosfatos	mg/l

[7] Diseño de obras hidráulicas en el río Medellín entre Bello y la Misericordia. Contrato 340-96/010. Área Metropolitana. Vol 5: Estudio hidrológico e hidráulico de quebradas

[8] Ibid

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Tabla 3.2 Relación de parámetros monitoreados (Continuación)

Parámetros	Unidad
Acidez	mg/l
Alcalinidad	mg/l
Dureza Total	mg/l
Nitrógeno Total	mg/l

- **Descripción sitios de muestreo**

a) Quebrada Rodas

Quebrada que sirve como límite entre los municipios de Copacabana y Bello. En el sitio donde fue muestreada, cerca al puente de la vía a Copacabana, la corriente se caracteriza por presentar aguas turbias de aspecto lechoso, que corren por un lecho de aproximadamente 150 cm de ancho y 50 cm de profundidad, bordeado en la margen derecha por rastrojo bajo, pasto y algunos árboles y en la margen izquierda por rastrojo bajo y plataneras, seguidas en ambos casos por áreas residenciales; el sustrato está formado por roca, material vegetal, lodo y una gran variedad de desechos como escombros, material textil, vidrios, plástico. Se observan algunos sitios donde se depositan basuras hacia la corriente y se perciben malos olores. El día del muestreo la temperatura ambiente era aproximadamente de 24°C, y el día estaba parcialmente nublado pero sin lluvia. (véanse Fotos 1 y 2)

Foto 1. Punto de muestreo quebrada Rodas

Foto 2. Descargas existentes en la quebrada Rodas

b) Río Medellín en el sitio de descarga 1

El río fue muestreado en cercanías del puente que comunica la Troncal de Occidente, conocida como autopista norte, con el barrio Machado de Copacabana, cerca al sitio donde se hará la descarga del Interceptor Norte; el río se caracteriza por presentar corriente fuerte, agua turbia de color oliváceo muy oscuro; el sustrato está formado por lodo, algunas rocas, tierra y arcilla; en la margen izquierda la ribera es alta y bordeada por pasto y cañabrava, seguido por una cadena estrecha de árboles, y en la derecha se observa una playa estrecha

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

en roca y tierra, seguida por pasto, un pequeño manchón de cañabrava y unos cuantos árboles. En ambas márgenes se observan varios sitios donde se depositan basuras y se perciben malos olores (véanse Fotos 3 y 4).

Foto 3. Punto de Muestreo río Medellín descarga 1

Foto 4. Punto de Muestreo río Medellín descarga 1.

c) Quebrada La Seca

Esta corriente se caracteriza por presentar en el sitio de muestreo, cerca de su desembocadura en el Río Medellín, un lecho estrecho de aproximadamente 1 m de ancho y una profundidad de 60 cm; presenta aguas claras, corriente suave, sustrato formado por cantos, grava, lodo y hojarasca, las riberas están formadas por rastrojo bajo, cañabrava y pasto enmalezado. En los terrenos aledaños se hacen descargas de aguas de alcantarilla y es utilizada para el lavado de sacos de polipropileno, donde empacan alimentos para animales y sales mineralizadas para ganadería, que son reutilizados en centros de abasto (véanse Fotos 5 y 6). La temperatura ambiente era aproximadamente de 29°C, y ya había clareado el día.

Foto 5. Sitio de muestreo, quebrada Seca

Foto 6. Lavado de costales de concentrados y sales, arriba del punto de muestreo

d) Quebrada Niquía

Cerca de la desembocadura de esta corriente en el río Medellín, presenta un lecho que mide entre 40 y 100 cm de ancho y una profundidad de 30 cm, la corriente es muy lenta, el agua

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

es clara, el fondo es lodoso y el sustrato está formado por sedimento fino y hojarasca; las orillas están bordeadas por una franja angosta de pasto y cañabrava, seguida por áreas donde se trabaja el carbón de leña; es cruzada por ganado y en ella se perciben malos olores (véanse Fotos 7 y 8).

Foto 7. Sitio de muestreo, quebrada Niquia

Foto 8. Paso de ganado por la zona del sitio de muestreo

e) Río Medellín descarga 2.

El río en este sitio (antes de la desembocadura de la quebrada Niquía) pasa por un cañón formado por taludes altos de roca, que dificultan el muestreo. En la parte superior, el talud está cubierto por rastrojo bajo, cañabrava y pasto; el agua es turbia, de color café, se observan depósitos de basura en la margen derecha, se perciben malos olores y el suelo está formado por sedimento fino muy compacto, que no ofrece una superficie de adherencia para los organismos bentónicos (véanse Fotos 9 y 10)

Foto 9. Punto de muestreo río Medellín descarga 2. Aguas abajo

Foto 10. Punto de muestreo río Medellín descarga 2. Basuras en la orilla

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

- **Análisis fisico-químicos**

Para el muestreo se tuvieron en cuenta las metodologías dadas por el ICONTEC, el Standar Methods for the Examination of Water and Wastewater, de la American Water Works Association (AWWA) y la American Public Health Association (APHA).

Las siguientes fueron las principales precauciones que se consideraron en el momento de tomar las muestras:

- Los sitios donde se recolectaron las muestras de agua, presentaron buenas condiciones de mezcla.
- Antes de recolectar la muestra se purgaron los recipientes.
- Se identificaron los recipientes de muestreo antes de recolectar la muestra.
- Se garantizó la integridad de la muestra desde su recolección hasta el reporte de los resultados (cadena de custodia de la muestra).

En la Tabla 3.3 se presentan los resultados de los parámetros evaluados in-situ, en la Tabla **3.4** los obtenidos en el laboratorio[9], y en la Tabla 3.5 se muestran los criterios admisibles para cada uso del agua de acuerdo con las normas técnicas de calidad expedidas en el decreto y 1594 de 1984

Tabla 3.3. Parámetros evaluados in-situ

Parámetros	Quebrada Rodas	Río Medellín –Sitio 1	Quebrada Seca	Quebrada Niquía	Río Medellín –Sitio 2
Temperatura del agua	18,2	19,6	19,2	19,5	21
Temperatura ambiente	24	28	29	31	31
Oxígeno Disuelto (mg/l)	6,60	1,01	6,5	7,15	0,45
Porcentaje de Oxígeno	79,1	15,2	81	92	3,5
pH	7,9	7,52	8,19	7,68	7,26
Potencial Redox (mv)[10]	-68	-46	-85	-58	-31
Conductividad (uS/Cm)	300	338	166	283	372

[9] Las muestras fueron llevadas al laboratorio de las Empresas Públicas de Medellín E.S.P.

[10] El potencial redox es una medida de la actividad de los electrones. El sedimento del fondo de los ecosistemas acuáticos se encuentra una zona superior oxidada y a medida que se agota el suministro de oxígeno en profundidad aparece una zona reducida. El potencial es positivo en la zona oxidada y negativo en la zona reducida o del sulfuro

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Tabla 3.4 Muestreo de parámetros de calidad del agua.

Parámetros	Unidad	Quebrada Rodas	Río Medellín –Sitio 1	Quebrada Seca	Quebrada Niquía	Río Medellín –Sitio 2
Turbiedad	UNT	22	86	2,4	5,4	120
Sólidos totales	mg/l	224	400	110	212	367
Sólidos suspendidos totales	mg/l	23	236	4	6	143
Color	UPC	153	540	37	68	600
DBO_5	mg/l	24	81	< 2	7	66
DQO	mg/l	57,7	196,5	11	22,6	148,4
Nitrógeno amoniacal	mg/l	2,42	4,3	< 0,20	0,32	7,64
Nitritos	mg/l	0,092	0,093	0,003	0,042	0,07
Acidez	mg/l	2,7	9,5	1,2	2,1	7,2
Alcalinidad	mg/l	100,1	96,6	95,5	130,1	102,8
Dureza Total	mg/l	112	58	96	128	66
Fósforo Total	mg/l	0,91	2,25	0,22	0,89	2,57
Calcio	mg/l	23,44	16,91	44,67	29,88	16,18
Hierro, Fe Total	mg/l	0,67	7,40	0,23	0,41	5,25
Magnesio	mg/l	20,16	14,39	25,37	20,08	14,16
Manganeso	mg/l	0,18	0,23	0,02	0,07	0,21
Fosfatos	mg/l	0,25	0,95	0,03	0,38	1,03
Coliformes Totales	NMP/100ml	>24.192	>241.920	>24.192	>24.192	>241.920
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>24.192	>241.920	11.199	>24.192	>241.920

Tabla 3.5 Normas de calidad para diferentes usos del agua

Parámetro	Unidades	Consumo Humano	Flora y Fauna	Agrícola	Pecuario	Recreacional	Consumo Humano
		DEC. 1594/84					
						Cont Prim.	Cont Sec.
Turbiedad	UNT (1)						
Color Verdadero	UPC	75					
Sólidos Totales	mg/l				<3000,0		
Conductividad	micromhos			<750			
Ph	Unidades	5-9	6,5-9,0	4,5-9,0		5,0-9,0	5,0-9,0
Oxígeno Disuelto	% de saturación		>60			>70	>70
Fosfatos	mg/l de PO_4^{-3}						
Coliformes Tot.	NMP/100 ml	20.000		<5000		<1000	<5000
Coliformes Fec.	NMP/100 ml	2.000		<1000		<200	
Nitratos+Nitritos	mg/l				100,0		
Nitratos	mg/l de NO_3-	10			10,0		
Nitritos	mg/l de NO_2	10					

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Cont Prim: Contacto Primario; Cont Sec: Contacto secundario

a) Conductividad Eléctrica y Temperatura.

La conductividad eléctrica del agua está relacionada directamente con la cantidad de sales solubles en forma de iones, y puede deberse a la naturaleza geológica del cauce como a vertimientos procedentes de la actividad humana.

En los cuerpos de agua superficial de la zona de estudio muestreados, tanto en las quebradas como en el río, la Conductividad eléctrica presenta valores dentro de los niveles permitidos. De acuerdo con los niveles de conductividad, todos los sitios son aptos para uso agrícola y para el consumo humano.

b) pH.

El pH es un parámetro relacionado con la concentración de bióxido de carbono en aguas superficiales, y controla el grado de disociación de muchas sustancias en solución acuosa fundamentales para la actividad respiratoria y fotosintética de los organismos acuáticos. El fitoplancton y otras plantas acuáticas utilizan el CO_2 durante la fotosíntesis por lo cual el pH del agua aumenta durante el día y disminuye en la noche, debido al proceso de la respiración.

En términos generales, los valores de pH detectados en el área de estudio, tanto en el río como en las quebradas, se encuentran dentro de los niveles permitidos, considerados normales y aptos para todos los usos (consumo humano, flora y fauna acuática, uso agrícola, pecuario y recreacional).

c) Oxígeno Disuelto.

Uno de los hechos de repercusiones más negativas a nivel de todo el balance ecológico de un cuerpo de agua, lo constituye la reducción drástica de los niveles de oxígeno como consecuencia de la descomposición o estabilización de la materia orgánica de desecho. El porcentaje de la desviación del oxígeno disuelto con respecto al valor de saturación es el que permite inferir si la oxidación biológica del material orgánico se realiza bajo condiciones aeróbicas o anaeróbicas. Lo deseable es encontrar la curva de agotamiento del oxígeno disuelto con concentraciones comprendidas entre 60% y 100% del oxígeno de saturación, de tal forma que se garantice un medio ambiente favorable para el crecimiento y reproducción de la flora y fauna acuática, y una oxidación aeróbica del material orgánico con productos finales inocuos a la corriente de agua.

En materia de % de saturación de oxígeno disuelto, se presentan los siguientes resultados[11]:

- Excelente (> 100 %): no se presenta.
- Bueno (<100 % - > 60 %): presente en las tres quebradas.
- Aceptable (< 60 % - > 50 %): no se presenta
- Malo (<50 % - > 40 %): no se presenta.
- Pésimo (< 40%): Presente en los dos puntos del río.

[11] Esta clasificación se basa en el Decreto 475 de 1998 y la Resolución 1594 de 1984, para el agua de consumo humano.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

La tendencia del comportamiento de los niveles de contaminación en el río Medellín, debido a los aportes de materia orgánica biodegradable, que demandan más consumo de oxígeno en el tramo de los dos sitios de muestreo, es ascendente, por eso la disminución en el porcentaje de saturación de oxigeno.

Al comparar los resultados con los datos que se presentan en la Tabla 3.5, las concentraciones de oxígeno disuelto en las tres quebradas son aptas para uso de flora – fauna y recreativo.

d) Demanda de Oxígeno

Los parámetros asociados con materiales orgánicos del agua son la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y la demanda química de oxígeno (DQO). La DBO es el parámetro más representativo del material orgánico presente en aguas contaminadas, y se determina midiendo el oxígeno que los microorganismos necesitan para degradar, vía biológica, la materia orgánica presente en las aguas naturales. Generalmente, la DBO no debe tener un valor mayor de 10 mg/l en una corriente no contaminada.

La zona estudiada, en sus cuerpos de agua superficial presenta actualmente en materia de Demanda Bioquímica de Oxigeno la siguiente caracterización ambiental[12].

- Buena (< 2,0 mg/l de DBO - > 1,0 mg/l de DBO): presente en la Quebrada la Seca
- Aceptable (<4,0 mg/l de DBO - > 2,0 mg/l de DBO): no se presenta.
- Impropio (< 6,0 mg/l de DBO - > 4,0 mg/l de DBO): no se presenta.
- Desagradable (< 8,0 mg/l de DBO > 4,0 mg/l de DBO): presente en la Quebrada Niquia.
- Malo (<10 mg/l de O_2 - > 8,0 mg/l de O_2): no se presenta.
- Muy malo (<12 mg/l de DBO - > 10 mg/l de DBO): no se presenta.
- Pésimo (>12 mg/l de DBO): presente en la Quebrada Rodas y en los dos puntos del río Medellín

e) Sólidos Totales (ST), Suspendidos (SS)

En materia de Sólidos totales se presenta la siguiente caracterización ambiental general para el área de estudio[13]:

- Muy buena (< 250 mg/l), en las tres quebradas muestreadas.
- Buena (< 500 mg/l - > 250 mg/l), en los dos puntos del río Medellín.
- Agradable (< 1.000 mg/l - > 500 mg/l), no se encontró.
- Poco agradable (< 3.000 mg/l - > 1.000 mg/l), no se encontró.
- Desagradable (< 5.000 mg/l - > 3.000 mg/l), no se encontró.

La calidad del agua en cuanto a sólidos totales y suspendidos es muy buena para las Quebradas y buena para el río.

[12] Ibid

[13] Ibid

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Los sólidos suspendidos guardan estrecha relación con la turbidez, por lo que su tendencia es directamente proporcional en todos los sitios de estudio, tanto en el río como en las quebradas.

Al comparar los resultados con las normas admisibles relacionadas en la Tabla 3.5, las concentraciones de sólidos totales en todos los sitios son aptas para consumo humano y pecuario, y no posee restricciones para uso de flora – fauna, agrícola ni recreativo.

Los criterios de calidad de la EPA (U.S. Environmental Protection Agency) establecen las siguientes normas en cuanto a sólidos suspendidos, para que las comunidades acuáticas y peces de agua dulce puedan protegerse:

- Máximo nivel de preservación: < 25 mg/l, se presenta en las 3 Quebradas.
- Nivel de protección moderada: < 80 mg/l - > 25 mg/l, no se presenta.
- Bajo nivel de preservación: < 400 mg/l - > 80 mg/l, se presenta en los dos puntos del río Medellín.
- Nivel de protección muy crítico: > 400 mg/, no se presenta.

f) Turbiedad y Color

La turbidez se define como una mezcla que oscurece o disminuye la claridad natural o transparencia del agua, o en términos más técnicos, como una expresión de la propiedad óptica que causa que la luz se disperse y absorba en lugar de transmitirse en línea recta a través del agua. Es producida por materias en suspensión como arcilla, cieno o materias orgánicas e inorgánicas finamente divididas, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton y otros microorganismos; tales partículas varían en tamaño desde 0,1 a 1,0 nm (nanómetros) de diámetro.

De acuerdo con los reportes de turbiedad de los monitoreos, solo es apta para el consumo humano la quebrada La Seca; no existe restricción para el uso de flora, fauna, agrícola, pecuario ni recreacional.

Al comparar los resultados del color verdadero en todos los sitios con las normas admisibles relacionadas en la Tabla 3.5, ninguna de las fuentes muestreadas es apta para el consumo humano; no poseen restricciones para flora - fauna; pecuario, agrícola, ni recreativo.

g) Fósforo Total y Fosfato

El fósforo es el elemento biogénico que juega el papel más importante en el metabolismo biológico. En términos generales y en comparación de los demás nutrientes, el fósforo es el menos abundante y al mismo tiempo es el factor más limitante en la productividad primaria.

Al comparar los resultados obtenidos en cada uno de los sitios de monitoreo con respecto a las concentraciones de fósforo total y fosfatos, se tiene que solo la quebrada la Seca es apta para el consumo humano

h) Coliformes totales y fecales

Las coliformes son una familia de bacterias que se encuentran comúnmente en las plantas, el suelo y los animales, incluyendo a los humanos. La presencia de bacterias coliformes en el agua es un indicio de que puede estar contaminado con aguas residuales u otro tipo de

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

desechos en descomposición. Generalmente, las bacterias coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo.

La presencia de coliformes fecales en el agua es un buen indicador de que las aguas residuales domésticas han contaminado el agua. Los niveles recomendados de bacterias coliformes fecales son:

- Agua Potable: menos de 0 colonias por 100 ml de la muestra de agua
- Natación: menos de 200 colonias por 100 ml de la muestra de agua
- Uso Agrícola: menos de 1,000 colonias por 100 ml de la muestra de agua.

Al comparar los resultados de coliformes en todos los sitios con las normas admisibles relacionadas en la Tabla 3.5, ninguna de las fuentes muestreadas es apta para ninguno de los usos que poseen restricción.

i) Nitritos y Nitratos

La presencia de nitrógeno orgánico o amoniacal, indica la ocurrencia reciente de vertimientos, ya que provienen del escurrimiento de tierras agrícolas y pastos, aguas negras, detergentes, desechos de los animales y sistemas sépticos con fugas. Los niveles altos de nutrientes en una masa de agua, pueden hacer que la vida vegetal y las algas florezcan.

Con el transcurso del tiempo el nitrógeno orgánico es convertido gradualmente a nitrógeno amoniacal y posteriormente, bajo condiciones aeróbicas, este será convertido a nitritos y posteriormente a nitratos por la acción bacteriana.

El nivel máximo de nitritos, permitido por la norma (véase Tabla 3.5) para el consumo humano es de 0.1 mg/l de NO_2 , las 5 fuentes muestreadas se encuentran por debajo de este nivel de nitritos.

j) Comparación con otros muestreos

Para comparar estos resultados con estudios anteriores, se retomaron los monitoreos realizados por Empresas Públicas de Medellín E.S.P en la estación localizada en el Puente de Fontidueño – Machado (Octubre 2002 – Febrero 2007), sitio donde se localizó el punto del río Medellín – descarga 1.

Como se puede observar en la Tabla 3.6 , los valores encontrados en el monitoreo realizado para este estudio, se encuentran dentro del rango de variación de los valores obtenidos por Empresas Públicas de Medellín E.S.P. Vale la pena destacar la alta variabilidad de los valores obtenidos en los muestreos, pues entre los valores máximos y mínimos hay variaciones superiores al 100% (DBO, 281%; DQO, 270%; Sólidos Suspendidos, 611%; Turbiedad, 14117%). Estas diferencias se pueden explicar por la función que actualmente cumple el río: recepción de descargas domésticas e industriales, que hacen variar la calidad del agua, dependiendo del volumen y calidad de los vertimientos recibidos

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Tabla 3.6. Valores extremos de los parámetros monitoreados por Empresas Públicas de Medellín E.S.P, en el período 2002 - 2007

Parámetros	Valores monitoreos Empresas Públicas		Valores monitoreo para el estudio
	Máximo	Mínimo	
pH	7,7	5,8	7,5
Oxígeno Disuelto (mg/l)	5,8	0	1,0
Temperatura (mg/l)	26	20,5	19,6
DBO_5 (mg/l)	135	48	81
DQO (mg/l)	379,2	140,4	196,5
Sólidos Suspendidos (mg/l)	832	136	236
Turbiedad (UNT)	1.200	85	86

k) WQI (Water Quality Index) Índice de Calidad del Agua (ICA).

Este índice puede ser utilizado para medir los cambios en la calidad del agua, en tramos particulares de los ríos a través del tiempo.

Para la determinación del "ICA" interviene 9 parámetros, los cuales son:

- Coliformes Fecales (en NMP/100 mL)
- pH (en unidades de pH)
- Demanda Bioquímica de Oxigeno en 5 días (DBO_5 en mg/ L)
- Nitratos (NO_3 en mg/L)
- Fosfatos (PO_4 en mg/L)
- Cambio de la Temperatura (en ºC)
- Turbidez (en FAU)
- Sólidos disueltos totales (en mg/ L)

Para la elaboración de este estudio, se han utilizado para la determinación del ICA ocho parámetros, con los pesos que se presentan en la Tabla 3.7

Tabla 3.7. Pesos para cada parámetro

Parámetro	Valor Relativo (Vi)
Oxígeno disuelto % sat	0,18
Coliformes Fecales	0,16
pH	0,13
DBO5 (mg/l)	0,11
Fósfatos (mg/l)	0,11
Temperatura (ºC)	0,11
Turbiedad (NTU)	0,09
Sólidos totales (mg/l)	0,09
Total	**1**

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

El "ICA" adopta para condiciones óptimas un valor máximo determinado de 100, que va disminuyendo con el aumento de la contaminación el curso de agua en estudio, lo cual permite clasificar la calidad del agua como se observa en la Tabla 3.8

Tabla 3.8. Clasificación de la calidad del agua

Valor	Color	Calidad del Agua
91-100		Excelente
71-90		Buena
51-70		Regular
26-50		Mala
0-25		Pésima

Los resultados encontrados en los cinco puntos de monitoreo se presentan en la Tabla 3.9, donde se observa que el río Medellín presenta una calidad del agua mala en los dos puntos, y las quebradas se clasifican como regulares.

Tabla 3.9. Índice de Calidad del Agua por sitio de muestreo

Sitio de muestreo	Índice de Calidad del Agua ¨NSF WQI¨	Calidad del Agua
Quebrada Rodas	61	Regular
Río Medellín Puente Machado	32	Mala
Quebrada la Seca	64	Regular
Quebrada Niquia	60	Regular
Río Medellín antes de Quebrada Niquia	30	Mala

l) Conclusiones

- A pesar de conservarse una calidad del agua regular en las quebradas, los parámetros que principalmente afectan su calidad son la DBO_5 y los coliformes totales y fecales, por lo tanto no son aptas para el consumo humano.
- Las aguas con un "ICA" de categoría "Regular", como las tres quebradas analizadas, tienen generalmente menos diversidad de organismos acuáticos y en estos lugares usualmente se presenta un aumento del crecimiento de las algas.
- En los sitios de aguas con un "ICA" de categoría "Mala", como los dos puntos muestreados en el río Medellín, las condiciones físico – químicas pueden solamente sustentar una diversidad baja de la vida acuática y están experimentando problemas de contaminación.

- **Macroinvertebrados**

a) Metodología

Para la descripción de la composición de las comunidades de macroinvertebrados en el área de estudio, se seleccionaron dos estaciones sobre el río Medellín y tres en corrientes afluentes que tiene influencia en el área del proyecto (véase Plano 01G-PGGE-1-301) . Se tomaron muestras cualitativas por recolección manual, con una red tipo D-net y por medio de la red Surber. Los muestreos se realizaron cubriendo un área representativa y seleccionada dentro de la corriente, removiendo la vegetación de las orillas, el fondo y levantando piedras, rocas y material vegetal sumergido.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

El material recolectado en campo fue empacado en tarros plásticos y fijado en alcohol al 70%, para posteriormente ser identificado en laboratorio, a través de un estereomicroscopio y utilizando las claves taxonómicas de McCafferty (1981) y Pennak (1978). También fueron consultados, puesto que presentan información taxonómica y ecológica de organismos encontrados en Colombia, Roldán (1988), Muñoz y Ospina (1999) y Posada y Roldán (2003). Adicionalmente, se revisó la información secundaria disponible acerca de las características generales del área de estudio y los reportes de especies encontradas en las corrientes consideradas en el estudio actual. La identificación de los organismos se realizó en lo posible hasta el nivel de género. Sin embargo, el nivel de familia es considerado para calcular el índice de calidad BMWP.

b) Tratamiento de la información

La calidad del agua se determinó aplicando el índice BMWP/Col (Roldán, 2003), el cual se basa en la existencia de una comunidad de macroinvertebrados que actúa como sensor ambiental y requiere una identificación hasta el nivel de familia; se busca la puntuación que cada familia tiene, la cual va de 1-10 de acuerdo con la tolerancia a la contaminación, asignando el valor mayor a las familias más sensibles y el menor a las más tolerantes (véase Tabla 3.10) y se obtiene el valor del índice BMWP o el significado ambiental que representan los valores de este índice, por la suma total de la puntuación correspondiente a cada una de ellas (véase Tabla 3.11).

Tabla 3.10. Puntajes BMWP/Col (Roldán, 2003):

Puntaje	Familias
10	Hidrydae, Chordodidae, Perlidae, Oligoneuriidae, Gomphidae, Polythoridae, Ptilodactylidae, Psephenidae, Lampyridae, Anomalopsychidae, Atriplectididae, Odontoceridae, Blephariceridae, Lymnepssiidae,
9	Ampullariidae, Leptophlebiidae, Euthyplociidae, Ephemeridae, Polymetarcidae, Dytiscidae, Gyrinidae, Hydraenidae, Hydrobiosidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae.
8	Hydrobiidae, Lestidae, Pleidae, Saldidae, Gerridae, Veliidae, Hebridae, Calamoceratidae, Helicopsychidae, Hydroptilidae, Leptoceridae, Simuliidae, Pseudothelpusidae, Palaemonidae.
7	Planariidae, Baetidae, Leptohyphidae, Caenidae, Calopterygidae,Coenagronidae, Corixidae, Naucoridae, Notonectidae, Scirtidae, Dryopidae, Glossosomatidae, Hydropsychidae, Psychodidae, Dixidae, Hyalellidae.
6	Ancylidae, Libelluidae, Megapodagrionidae, Aeshnidae, Elmidae, Staphylinidae, Limnichidae, Lutrochidae, Corydalidae, Sialidae.
5	Planorbidae, Thiaridae, Belostomatidae, Gelastocoridae, Nepidae, Mesoveliidae, Tabanidae, Pyralidae.
4	Lymnaeidae, Sphaeriidae, Hydrometridae, Chrysomelidae, Haliplidae, Noteridae , Stratiomyidae, Empididae, Dolichopodidae.
3	Glossiphoniidae, Physidae, Hydrophilidae, Tipulidae, Ceratopogonidae.
2	Culicidae, Muscidae, Sciomyzidae, Syrphidae.
1	Tubificidae.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Tabla 3.11. Clases de calidad, valor y significado ambiental del índice BMWP/Col (Roldán, 2003)

Clase	Calidad	Valor	Significado
I	Buena	Mayor de 150	Aguas muy limpias
		101-120	Aguas limpias
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas
IV	Critica	16-35	Aguas muy contaminadas
V	Muy crítica	Menor de 15	Aguas fuertemente contaminadas

Para describir la estructura y composición de las comunidades de bentos en las diferentes quebradas de acuerdo con su respuesta ambiental, se determinó la riqueza, abundancia de los individuos por especie y los índices de diversidad y equidad, realizados mediante el programa Biodiversity Professional Versión 2.

- **Riqueza (S)**

Número de especies encontradas.

- **Abundancia (n)**

Número total de individuos capturados.

- **Índice de Shannon-Weaver (Shannon-Wiener)**

El índice de Shannon-Wiener es un índice de heterogeneidad, el cual se basa en la abundancia proporcional de las especies y se tiene en cuenta tanto la proporción como la riqueza de especies. Este índice asume que los individuos son aleatoriamente muestreados en una población indefinidamente grande y que todas las especies están representadas en la muestra. Normalmente los valores de este índice varían entre 0 y 5, considerándose un sitio como poco diverso aquel que presenta valores cercanos a cero y uno muy diverso cuando los valores son cercanos a 5. Se calcula mediante la expresión:

$$H' = -\sum p \ln p ,$$

Donde

$$p = \frac{n_i}{N}$$

n_i= número de individuos de la especie i

N = total de individuos

- **Índice de equidad de Pielou**

Teniendo como base el índice de Shannon-Wiener, este indica cómo se encuentra la abundancia de las especies dentro de la comunidad. Los valores fluctúan entre 0 y 1; valores cercanos a cero indican que las especies no son igualmente abundantes, contrario ocurre

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

con valores cercanos a uno donde todas las especies son igualmente abundantes. Se estima mediante la siguiente ecuación:

$$J = \frac{H'}{H'\max},$$

Donde

$H'\max = \ln S$

S= número de especies

– **Índice de Dominancia de Simpson**

Los valores de este índice oscilan entre 0 y 1. Los valores cercanos a cero, indican que el predominio está concentrado en varias especies y los valores cercanos a uno indican que el dominio está concentrado en una o pocas especies. Se calcula mediante la siguiente expresión

$$D = \sum (p_i)^2,$$

Donde

$p_i = \frac{n_i}{N}$

c) Resultados

Los macroinvertebrados son utilizados como indicadores de la calidad biológica de los sistemas acuáticos, principalmente porque son abundantes, por su amplia distribución y diversidad de grupos, porque no presentan una gran movilidad, permitiendo su adaptación a características muy definidas de calidad de agua y reflejando los efectos de las variaciones ambientales en cortos períodos, puesto que responden rápidamente a los tensores ambientales (Jaramillo, 2002). Además son importantes en las cadenas tróficas, puesto que hacen parte de la alimentación de una gran variedad de organismos, que a su vez controlan el crecimiento de las poblaciones de algunos insectos vectores (McCafferty, 1981; Ramírez y Viña, 1998; Rueda-Delgado et al., 2002).

En la Tabla 3.12 se presentan los registros de los organismos encontrados durante éste estudio y los datos reportados en la Línea Base por Valencia Monsalve en 2003[14], para algunas estaciones que coinciden con las establecidas en el estudio actual, las cuales, por su descripción, conservan ,en la actualidad, las características descritas.

[14] Alberto Valencia Monsalve. Línea base ambiental del entorno de la futura planta de tratamiento de aguas residuales del norte en Bello, 2003

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Tabla 3.12. Macroinvertebrados encontrados. Agosto de 2007.

Grupo Taxonómico	Estaciones de muestreo				
	Q. Rodas	Río Medellín 1	Q. La Seca	Q. Niquía	Río Medellín 2
Phylum Platyhelminthes					
Clase Turbellaria					
Orden Tricladida					
Familia Dugesiidae	R		1		
Phylum Nematomorpha					
Clase Nematomorpha					
Orden Gordioidea					
Familia Gordiidae					
Neochordodes					R
Phylum Annelida					
Clase Oligochaeta					
Orden Haplotaxida					
Familia Tubificidae		1			
Tubifex		R	1	R	R
Limnodrilus		R		R	R
Clase Hirudinea	6			3	
Orden Arhynchobdellidae					
Familia Erpobdellidae	R				
Phylum Arthropoda					
Clase Insecta					
Orden Ephemeroptera					
Familia Leptophlebiidae					
Thraulodes			R		
Orden Odonata					
Familia Libellulidae					
Macrothemis			3		
Brechmorohoga				1	
Dythemis			R		
Familia Coenagrionidae					
Argia			15 R		
Acanthagrion			2		

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Tabla 3.12. Macroinvertebrados encontrados. Agosto de 2007. (Continuación)

Grupo Taxonómico	Estaciones de muestreo				
	Q. Rodas	Río Medellín 1	Q. La Seca	Q. Niquía	Río Medellín 2
Orden Hemiptera					
Familia Naucoridae					
Limnocoris			R		
Familia Veliidae					
Rhagovelia			10 R		
Orden Coleoptera					
Familia Elmidae					
Heterelmis			1 R		
Phanocerus			R		
Familia Hydrophilidae			1 (larva)		
Tropisternus			1		
Orden Trichoptera					
Familia Hydropsichidae					
Smicridea			1		
Orden Lepidoptera					
Familia Pyralidae			1		
Orden Diptera					
Familia Chironomidae	63 R	14	7 R	102	
Chironomidae (pupa)	1	2	R	3	
Familia Psychodidae					
Clognia	1		R	1	
Maruina	R		1		
Familia Simulidae					
Simulium	R		R		
Phylum Mollusca					
Clase Gastropoda					
Orden Mesogastropoda					
Familia Hydrobiidae			4		
Familia Physidae					
Physa	8 R	R	32 R	5	
Clase Bibalvia					
Orden Veneroida					
Familia Sphaeriidae					
Pisidium			2		
R: Especies de macroinvertebrados reportados en la Línea Base (Valencia Monsalve, 2003).					

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Comparando con el trabajo realizado por Valencia Monsalve, se observa que aunque las especies son diferentes a las recolectadas en el estudio actual, el número de géneros registrados es muy semejante y en los dos casos, la mayoría de ellos son indicadores de aguas muy contaminadas, mostrando la influencia negativa de los centros urbanos aledaños, sobre estas corrientes.

En cuanto a la estación 2 sobre el río Medellín, se observa que Valencia encontró tres géneros, dos de ellos de la familia Tubificidae, los cuales pueden vivir en ríos contaminados con materia orgánica y aguas residuales, mientras que en el estudio actual no hay registro de ningún organismo de esta familia.

En el estudio actual se encontraron 21 géneros y 15 familias pertenecientes a nueve órdenes y cuatro phylum diferentes, y de manera general se observa un comportamiento muy semejante en las estaciones, con un bajo número de géneros por estación (entre 3 y 6), a excepción de la quebrada La Seca donde se registra un número evidentemente superior (16).

Los órdenes mejor representados son Odonata y Díptera con cuatro familias cada uno. El grupo de los dípteros registran 195 individuos, que corresponden al 67% del total de los organismos encontrados, mientras el grupo Odonata está representado por 21 organismos que corresponden solo al 7% del total de organismos.

De otro lado puede observarse como en la quebrada La Seca, donde hay una mayor variedad de sustrato, se registra un mayor número de organismos y mayor variedad de géneros; también es visible que en las estaciones donde el sustrato está formado más que todo por material orgánico y lodo, y donde se ha perdido variabilidad en sustratos como material vegetal, grava, macrófitas y vegetación ribereña, disminuyen las posibilidades de colonización para los organismos, como en las quebrada Niquía y en el Río Medellín, donde se registran solamente organismos indicadores de contaminación como los de la familia Tubificidae y Chironomidae.

En cuanto a la abundancia de los organismos (véase Tabla 3.13), en todas las estaciones se encontró un número semejante, a excepción de las estaciones sobre el río Medellín donde se registran apenas 17 individuos en la primera estación y no se encontró ninguno en la segunda, debido posiblemente a las características del sustrato, el cual está formado por sedimento fino y muy compacto, que no es apto para el establecimiento de una gran variedad de organismos, y a algunos parámetros fisicoquímicos, que se encuentran en concentraciones que no garantizan un medio ambiente adecuado para el crecimiento y reproducción de las especies acuáticas. Por ejemplo, las concentraciones de Oxígeno Disuelto y la Demanda Química y Bioquímica de Oxígeno en estas estaciones, clasifican el agua como una calidad ambiental pésima, lo cual significa que no ofrecen condiciones adecuadas para el desarrollo de la flora y la fauna acuática, así como tampoco hay una oxidación aeróbica de materia orgánica con productos inofensivos para la corriente.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Tabla 3.13. Resultados de los índices en las estaciones estudiadas. Agosto de 2007.

Índices	Q. Rodas	Río Medellin 1	Q. La Seca	Q. Niquia
Riqueza (S)	4	3	16	5
Abundancia (n)	79	17	82	115
Diversidad de Shannon (H)	0,284	0,097	0,874	0,172
Equidad de Pielou (J)	0,471	0,323	0,726	0,247
Dominancia de Simpson (D)	0,668	0,882	0,199	0,835

De igual manera, en cuanto a la Demanda Bioquímica de Oxígeno, la Quebrada Rodas requiere concentraciones mayores a 24 mg/l para la degradación de la materia orgánica y la Niquía una concentración de 7 mg/l, justificando posiblemente también los bajos registros de especies en estas corrientes, mientras que en la quebrada La Seca apenas se requieren 2 mg/l para este proceso. Además, los niveles detectados en los sólidos en suspensión en las dos estaciones del río Medellín ofrecen un bajo nivel de preservación para las comunidades acuáticas.

Es importante resaltar que en la conductividad, la cual se encuentra dentro de los rangos permitidos para fauna y flora acuática, se observa un comportamiento consecuente, puesto que en las estaciones sobre el río Medellín, donde se registra el mayor valor de este parámetro, es donde se encuentra una menor diversidad de especies y de manera contraria, en la quebrada La Seca, donde se registra el menor valor de conductividad, se encontró una mayor diversidad, debido a que a medida que aumenta la conductividad disminuye la diversidad de especies (Roldán, 2003).

Además debe resaltarse la gran diferencia que hay entre la riqueza y la abundancia registrada en cada uno de los sitios de muestreo (véase Figura 3.2), puesto que reflejan la existencia de tensores ambientales, ya que disminuye el número de especies y aumenta el número de individuos por especie. Siendo más fuerte aún el impacto sobre las estaciones del río Medellín, donde el número de organismos por especie tampoco es significativo, debido probablemente a lo descrito anteriormente.

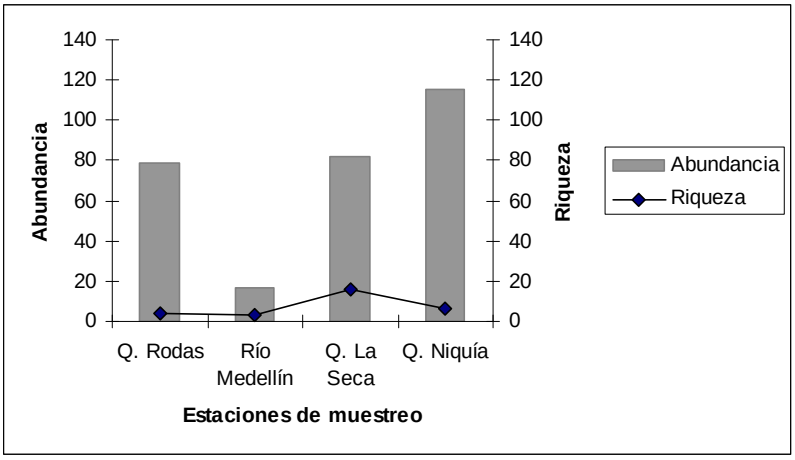


Figura 3.2. Contraste de Riqueza numérica y Abundancia. Agosto de 2007

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

De otro lado, es notorio que la mayoría de los géneros están representados por un solo individuo, de modo que la abundancia en todas las estaciones depende de la representatividad de la familia Chironomidae, a excepción de la quebrada La Seca, donde los géneros *Argia*, *Rhagovelia* y *Physa* están representados por un número de organismos superior a 10. En la Figura 3.3 se representan las abundancias de los organismos encontrados, excepto aquellos representados por un solo individuo, los cuales fueron eliminados en la figura para lograr una mejor visualización de este perfil.

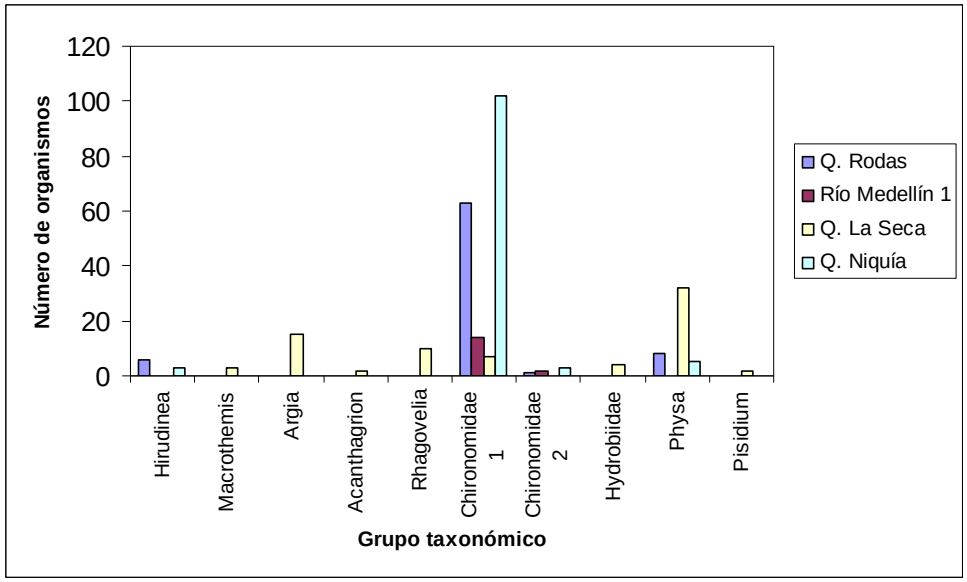


Figura 3.3. Perfil de abundancia de organismos en las diferentes estaciones

En cuanto a la lectura del índice de diversidad de Shannon, este muestra que la diversidad de especies en los sitios de muestreo es baja (véase Tabla 3.13), reflejando condiciones de deterioro del hábitat. Esta condición es corroborada a través del índice de calidad BMWP/Col que define una condición en estos puntos entre muy crítico y crítico. De manera contraria, en la quebrada La Seca se registra una mayor diversidad de especies, indicando una mejor calidad de agua que en las otras estaciones muestreadas (véase Tabla 3.14).

Tabla 3.14. Resultados del Índice BMWP según Roldán 2003.

Estaciones de Muestreo	BMWP (Roldán, Ruiz 2003)	Clase	Calidad
Quebrada Rodas	15	V	Muy crítica
Río Medellín 1	3	V	Muy crítica
Quebrada La Seca	74	II	Aceptable
Quebrada Niquía	21	IV	Critica

De otro lado, la equidad muestra una distribución poco equitativa de las especies en la comunidad, puesto que este valor es cercano a cero y en todas las corrientes se presenta dominancia de una o dos especies. No obstante, en las estaciones donde se observa la mayor dominancia es en el río Medellín 1 y en la quebrada Niquía, donde predomina la familia Chironomidae con 89% y 82% respectivamente, la cual como se menciona con anterioridad, es propia de aguas con abundante materia orgánica en descomposición.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Por lo tanto, en todas las estaciones de muestreo existen factores que favorecen el establecimiento de algunas especies y ocasionan la desaparición de otras más sensibles a los cambios ambientales, como la velocidad de la corriente, el caudal, la concentración de oxígeno, los sólidos suspendidos y en general cambios en las características fisicoquímicas del medio.

Se puede concluir que del trabajo realizado entre el 2003 y este, no se encuentran diferencias significativas entre la diversidad, lo que si se puede notar es que la estructura la comunidad ha cambiado, evidenciando sucesiones de organismos mas tolerantes a la contaminación, por lo que los sitios muestreados muestran un progresivo deterioro que puede ser observado tanto en las características fisicoquímicas como en las biológicas de los sitios muestreados.

- **Perifiton**

a) Metodología

- **Metodología en campo**

Para recolectar las muestras, se realizó una remoción del material adherido a sustratos inmersos en la corriente (piedras, troncos y hojarasca), utilizando cepillos plásticos. Como unidad de área se utilizaron 240 cm^2 por estación. Las muestras fueron fijadas con una solución de lugol al 10% (0.5 ml por cada 100 ml de muestra) y transportada en envases plásticos opacos debidamente rotulados.

- **Análisis de laboratorio**

Para la observación de las muestras de algas perifìticas se utilizó un microscopio invertido y en el montaje de la muestra se utilizó una cámara de conteo de 1 ml de capacidad, según los delineamientos sugeridos por Wetzel y Likens (1990).

En las comparaciones válidas entre los análisis cuantitativos, se tuvo en consideración el volumen de las muestras, el cual, para la fase inicial de observación y conteo, fue agitado en un recipiente plástico de arriba abajo 40 veces, con el fin de homogenizar la muestra y realizar el conteo por medio de la disposición de 1 ml de muestra en la cámara de observación.

Para efectuar el conteo, se seleccionaron 30 campos de observación, siguiendo un sistema de muestreo al azar, y el dato obtenido fue la densidad de algas por unidad de volumen (ind/ml), el cual fue también relacionado con el área de muestreo contemplada (240 cm2) (Uehlinger, 1964). El conteo se realizó con una magnificación total de 400X.

La determinación taxonómica se basó en los trabajos de Bourrelly (1966, 1968, 1985); Prescott et al. (1982); (Hrsg. Huber-Pestalozzi, 1938): Band XVI Teil 1 Blaualgen (1938), Band XVI Teil 2, 1. Hälfte Chrysophyceae (1976), Band XVI Teil 4 Euglenophyceae (1955), Band XVI Teil 5 Chlorophyceae (1961), Band XVI Teil 7, 1. Hälfte Chlorophyceae (1983); Süßwasserflora von Mitteleuropa (ETTL et al. Hrsg. 1983, 1985a, 1985b, 1984, 1988, 1990, 1991a, 1991b, 1997a, 1997b), (Ramírez, JJ. 2000).

b) Resultados

Los ecosistemas lóticos integran interacciones entre los ambientes terrestres y acuáticos, en la que los materiales son transportados y transformados de diferente manera (Dent, 1999). Estos sistemas son heterogéneos y direccionados por escalas espaciales, estrechamente

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

relacionadas, desde una dimensión micro a macrohabitat (O' Neill et al. 1979; Frissell et al. 1986, Hawkins et al. 2000 en Griffith et al., 2002).

En los ambientes lóticos uno de los componentes bióticos más importantes es el perifiton, constituido principalmente por hongos, bacterias y algas que viven adheridos a sustratos vivos o inertes y que varían en abundancia de acuerdo a las características físicas del sistema (Allan, 1995). En particular las algas perifíticas cumplen el rol productor o fotosintetizador dentro de la comunidad y el sistema, razón por la cual son un componente de especial importancia en el estudio de las comunidades acuáticas de sistemas de corriente.

Funcionalmente el perifiton es un microcosmos en donde los procesos internos (autotróficos y heterotróficos) ocurren simultáneamente y en donde los procesos de intercambio con el entorno pueden ser estudiados (Wetzel, 1983). La dinámica temporal y espacial del perifiton puede ser usada como modelo para entender los problemas relacionados con la teoría ecológica, tal como la diversidad de especies y la estabilidad, la sucesión ecológica, la competencia espacial y la herviboría (Wetzel, 1983). Por su posición en la interfase sustrato-agua, el perifiton juega un rol fundamental en algunos ciclos biogeoquímicos y en la dinámica del ecosistema (Amblart et al., 1990; Hansson, 1990 en Masseret et al., 1998). Dado que las formas perifíticas son sésiles, su composición y abundancia reflejan las condiciones ambientales del pasado reciente y consecuentemente pueden ser usados como indicadores de la calidad del agua (Wetzel, 1979 en Masseret et al., 1998). Esta capacidad del perifiton como fuente de información integrada ha sido documentada por (Masseret et al., 1998).

Adicionalmente, el hábitat ecológico de las algas perifíticas puede caracterizarse a través de la viabilidad y estabilidad del sustrato, la concentración de nutrientes, las características químicas y físicas del agua, la morfometría, la hidrología e hidrodinámica del sistema y otra biota asociada (Wetzel, 1983; Viviane et al. 2000).

En la Tabla 3.15 se puede apreciar el número de individuos registrados por género en cada una de las estaciones. En términos generales, el listado de taxa reúne la representación de 12 géneros pertenecientes a dos divisiones algales, distribuidos de la siguiente forma, dos representantes de las algas verde-azules y la Bacillariophyta o diatomeas, que presentó el mayor número de representantes, con 10 taxas diferentes.

El hecho de que la mayoría de las algas encontradas pertenezcan a la división Bacillariophyta, mas conocidas como "diatomeas", es común, ya que este tipo de algas son componentes frecuentes del perifiton de las aguas corrientes; estas algas pueden ser unicelulares, coloniales o filamentosas y son utilizadas regularmente en el estudio de la calidad del agua de sistemas lóticos o corrientes, ya que sus células están incluidas en una pared celular rodeada de silicio, lo que les confiere más peso, y en consecuencia, posibilidad para colonizar sustratos firmes, inmersos en las corrientes expuestas a la velocidad. Como organismos pertenecientes al primer nivel de la cadena trófica alimenticia en el medio acuático de un sistema lótico y por su frecuente presencia, las diatomeas son un componente fundamental como grupo productor y fotosintetizador en el sistema (Bold y Wynne, 1985).

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Tabla 3.15. Registro taxonómico y densidades (org/cm^2) registradas en el análisis cuantitativo de las algas perifitícas

División	Género	Estaciones de muestreo			
		La Seca	Rodas	Niquia	Río Medellín 1
Cyanoprocariota (Algas verde-azules)	*Lyngbya* sp.		744		
	Oscillatoria sp.				213
Bacillariophyta (Diatomeas)	*Melosira* sp.	2.551	106	3.614	
	Cymbella sp.	531		1.063	
	Fragilaria sp.1	33.163			
	Fragilaria sp.2	6.909		2.764	106
	Synedra sp.	2.551		957	
	Nitzschia sp.	3.189		1.276	106
	Gomphonema sp.	1.913		638	
	Naviculaceae	9.566	850	14.668	425
	Pinnularia sp.	744			
	Amphipleura sp.	1.913			
Total Organismos/cm^2		63.031	1.701	24.979	850
Riqueza Numérica		10	3	7	4

Nota: En la estación río Medellín 2 no se encontró ningún individuo

Con respecto a la distribución de los diferentes géneros en cada uno de las estaciones (véanse Figura 3.4 y Figura 3.5) se puede observar como rasgo común que los géneros con mayores abundancias o densidades, y en particular en los sitios de La Seca y Niquía, fueron las diatomeas pertenecientes a la familia naviculaceae, los géneros *Melosira sp*., *Fragilaria sp*., *Synedra sp*., *Nitzschia sp*. y *Gomphonema sp*.

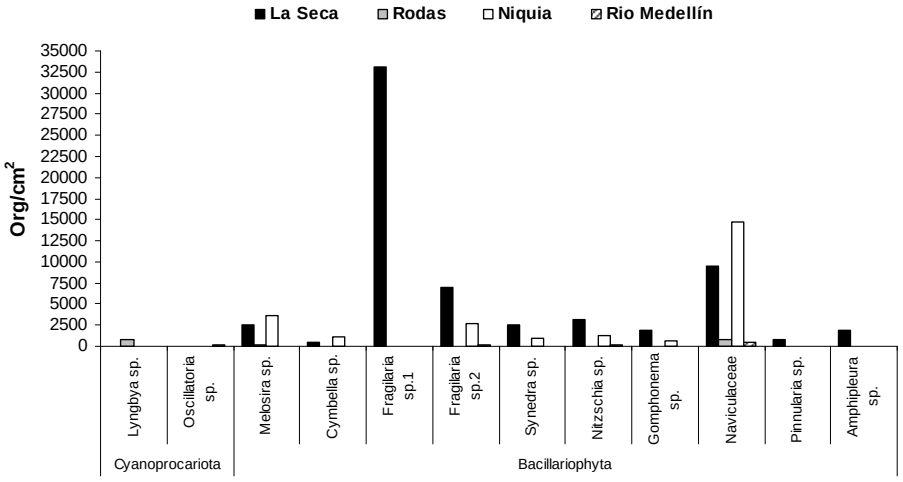
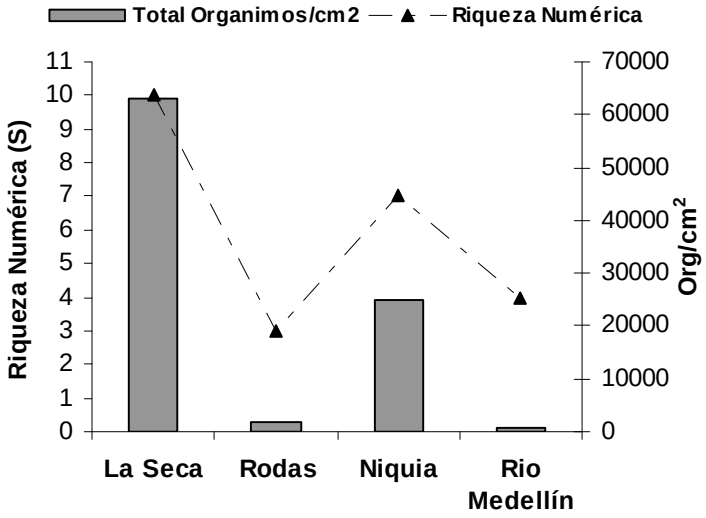


Figura 3.4. Perfil de abundancia (org/cm^2) de los géneros registrados en los sitios de muestreo

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.



B

Figura 3.5. Contraste general de riqueza numérica y la densidad total registrada en los tres sitios

En contraste, los sitios ubicados en la quebrada Rodas y en el río Medellín registraron baja abundancia y riqueza numérica de organismos, que se puede explicar por las condiciones ambientales poco favorables o satisfactorias para el establecimiento de algas perifíticas.

Las densidades totales registradas en las quebradas La Seca y Niquía fueron muy altas; los registros que se encuentran por encima de 20.000 individuos por cm^2 son indicadores de ambientes eutróficos o expuestos a alta contaminación orgánica por nutrientes. Adicionalmente, en estos sitios es necesario tener en consideración que las condiciones hidráulicas deben estar a favor de un escenario ecológico (luz, nutrientes, factores físicos) propicio para el establecimiento de altas densidades de algas perifíticas. Al respecto, entre los factores físicos que influencian la dinámica de este tipo de algas, además de la luz y disponibilidad de nutrientes, están las características hidráulicas, destacándose la velocidad y el caudal, ya que influyen en la capacidad de adhesión al sustrato por parte de las algas, su arquitectura al interior de la comunidad y la disponibilidad de nutrientes (Mc Intire 1966; Traaen y Lindstrom, 1983; Wetzel, 1983).

Se podrían mencionar algunos aspectos ecológicos de las algas con densidades más importantes en los sitios La Seca y Niquía. Las diatomeas pertenecientes a la familia naviculaceae pueden crecer en aguas turbias y están adaptadas a corrientes que presenten altos caudales o a sistemas con alta incidencia de arrastre de sedimentos o influenciados por importantes escorrentías, además están generalmente constituidos por ciertas sustancias de alto valor energético, por lo cual constituyen una importante oferta para macroinvertebrados o peces que se alimentan de algas perifíticas (Ramírez, 2000). El tamaño de los representantes de Naviculaceae es menor con respecto a otras algas perifíticas encontradas en el reporte, lo cual hace que su tasa de generación sea rápida si las condiciones

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

ambientales son propicias, esto favorece una rápida repoblación de estos organismos después del arrastre provocado por perturbaciones naturales en el ambiente.

Por su parte, algunas especies de *Nitzschia sp*. son características de aguas limpias, mientras otras de aguas contaminadas (Branco, 1986), siendo este último el caso en estas corrientes, puesto que aunque se detectó la mayor diversidad y la mayor riqueza numérica, también hay indicios de deterioro ambiental como se menciona anteriormente

Con respecto al género *Fragilaria sp*., este taxa lo conforman células unidas de lado a lado y forma colonias permanentes o fluctuantes. Es un organismo altamente adaptable a los sistemas lóticos, por lo que su presencia es común en las comunidades perifíticas de corrientes de montaña, desde las partes altas de la cuenca, hasta planicies de inundación y muchas de sus especies son indicadoras de agua con buenos estados de oxidación y activa descomposición de materia orgánica (Branco, 1986).

De acuerdo con estos resultados, en primer lugar se podría inferir que la comunidad de algas perifitícas en los sitios La Seca y Niquía se encuentra conformada predominantemente por organismos unicelulares, conformados por cuerpos de sílice y pocas formas coloniales o filamentosas, indicio de velocidades bajas a intermedias en los sitios de muestreo.

El perfil de densidades y la riqueza numérica proyectan a las quebradas La Seca y Niquía como cuerpos de agua alterados por contaminación orgánica y a los sitios Rodas y río Medellín debido a la baja densidad y riqueza registrada, como lugares que no favorecen el establecimiento de algas perifíticas debido posiblemente a causas de contaminación química o factores físicos adversos como alto caudal y velocidad, poca penetración de luz o ausencia de sustratos fijos en estas corrientes.

De otro lado, como se indicó en los macroinvertebrados el Oxígeno Disuelto y la demanda química y biológica de oxígeno no ofrecen condiciones para el desarrollo de la flora y fauna acuática.

3.2.6 Hidrogeología

De acuerdo con los estudios realizados por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá[15], en el Valle de Aburrá se identifican dos acuíferos: uno libre y otro confinado.

El acuífero libre se encuentra en todo el Valle de Aburrá, presentando su máxima amplitud en los municipios de Medellín, Itagüí y Envigado, con notorios adelgazamientos en los sectores de Francisco Antonio Zea y en los Ancones Sur y Norte. Posee un espesor entre 0 y 99 m con una media de aproximadamente 36,7 m.

En la zona norte el acuífero presenta un espesor promedio de 26,1 m, presentando el máximo en la margen izquierda del río Medellín, en los límites entre Girardota y Barbosa, alcanzando valores de 77 m.

El acuífero semiconfinado se encuentra en la zona sur del Valle, desde Sabaneta hasta Medellín, el cual presenta espesores muy variables, llegando hasta espesores de 2 m.

[15] Estudio de Zonas de Recarga de Acuíferos del Valle de Aburrá. Área Metropolitana del Valle de Aburrá. 2001

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Estos acuíferos están asociados a las formaciones aluviales del río Medellín y sus principales afluentes cerca a la confluencia con el río

En el mismo estudio[16] se definen dos formas de recargas: directa e indirecta. La primera corresponde a las zonas de infiltración por precipitación y a los contactos entre las unidades acuíferas y las rocas encajantes. La recarga indirecta se presenta en las formaciones superficiales con propiedades aptas para la recarga ubicadas en la zona rural del Valle.

Además, de forma cualitativa, la recarga directa se puede clasificar como de potencial alto, moderado y bajo.

La zona de recarga con potencial alto se presenta en las áreas con pendientes planas, asociados con depósitos aluviales, aluviotorrenciales, y suelos residuales derivados del Batolito Antioqueño, Batolito de Ovejas y el Ortoneis de La Miel; se ubican a lo largo del río Medellín y en algunos afluentes en los municipios de Barbosa y Girardota.

La zona de recarga con potencial moderado se encuentra en las partes bajas y medias de las vertientes con una leve inclinación, a colinas bajas con pendientes suaves y colinas aisladas, que se encuentran asociados a depósitos de vertiente derivados de rocas verdes y al Batolito Antioqueño.

La zona con potencial de recarga baja se encuentra en las partes bajas de las vertientes, cuya morfología esta asociada al paleorelieve y cuya pendiente no es mayor de 15º y se encuentra asociados a saprolitos de Anfibolitas y del Stock de Altavista.

3.2.7 Geotecnia

Los estudios geotécnicos se dividieron en dos etapas. Una primera que consistió en la ejecución de una campaña de exploración por métodos directos mediante sondeos de tipo apiques y perforaciones, complementados con una campaña de exploración por métodos indirectos que comprendió sondeos eléctricos verticales (SEV), líneas de refracción sísmica y los ensayos Down Hole.

Con base en el análisis de los resultados de la primera etapa de exploración y de acuerdo con la geometría y localización definitiva de las obras, se procedió a la planeación de una segunda fase de exploración, que consistió en la ejecución de una campaña complementaria de sondeos enfocada a detallar y complementar la estratigrafía y los parámetros geomecánicos.

En este numeral se presenta un resumen del informe de “Estudios de Geología Aplicada, Geotecnia Y Sismología” que se presentan en el Anexo 3.2

- **Estratigrafía detallada**

El lote donde se construirá la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Bello se localiza en la transición entre la ladera occidental del Valle del Aburrá y la llanura aluvial del río Medellín, sector conformado por espesas secuencias sedimentarias de variado origen y composición como se observa en la Figura 3.6.

[16] Ibid

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

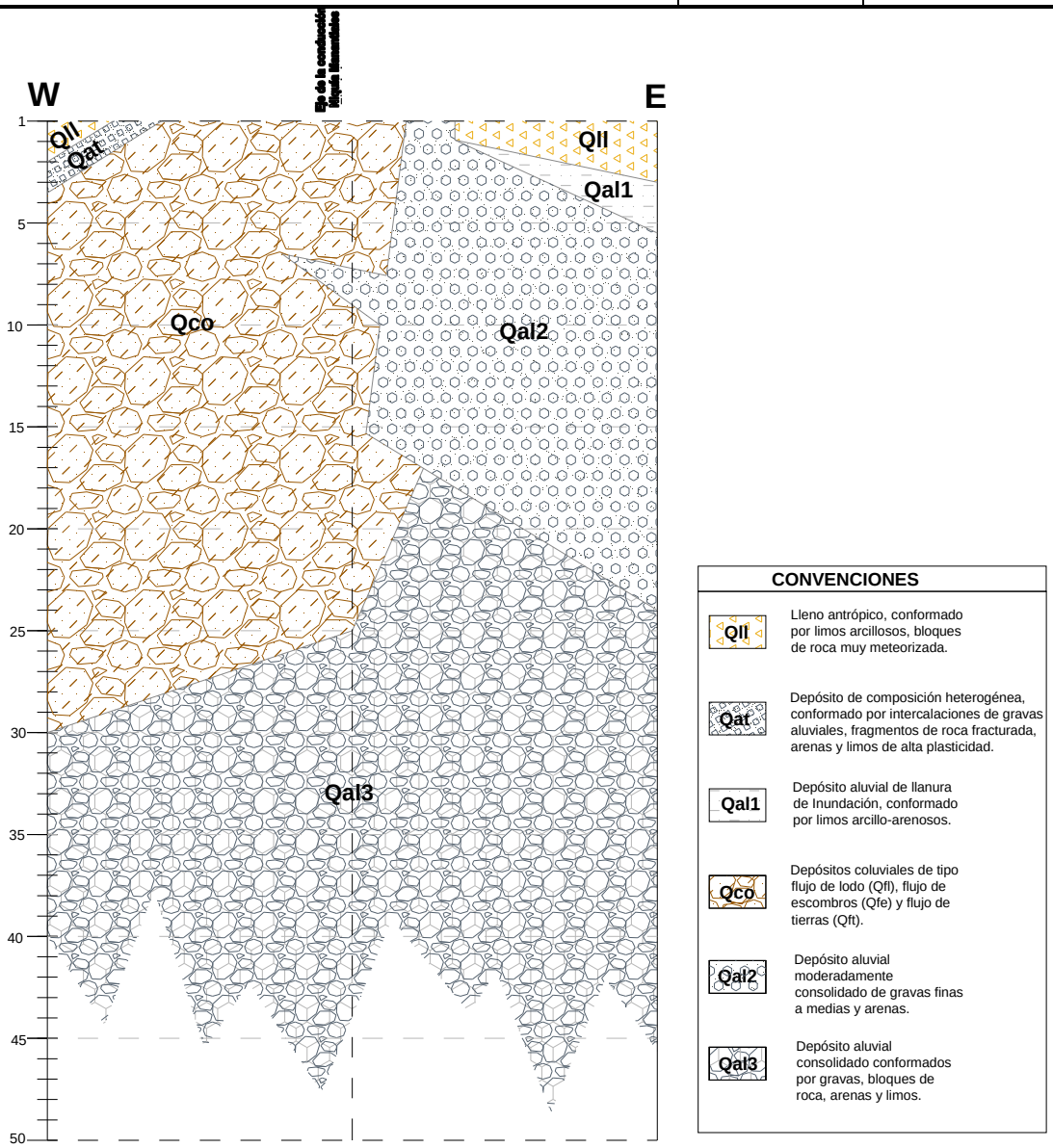


Figura 3.6. Perfil estratigráfico generalizado

Se definió que el modelo estratigráfico evolutivo está basado en las siguientes hipótesis:

- Las unidades de roca que conforman el basamento del Valle de Aburrá se encuentran a una profundidad mayor a 50 m, de acuerdo con las características del subsuelo evaluadas en la exploración; por lo tanto, se asume como basamento, el depósito aluvial denominado Qal3, que se encuentra a una profundidad variable entre 25 a 35 m.
- La unidad litológica asumida como basamento (Qal3), fue depositada por el río Medellín en una franja de gran amplitud, que se extendía hacia el NW, incluyendo en su totalidad el lote evaluado.
- El aporte de materiales coluviales (Qfe, Qfl y Qft) de las laderas del sector NW, dio lugar al desplazamiento del cauce del río hacia el lado SE, dando lugar al desplazamiento del

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

paleocauce del río Medellín en la misma dirección y a una topografía ondulada típica de la zona distal de un depósitos hidro-gravitacional.

- Debido a que el aporte de materiales desde la ladera fue sendo y continuo, el nivel topográfico del sector SW incrementó su altura por encima del nivel de depositación del río, lo cual descarta la existencia de intercalaciones de depósitos aluviales y coluviales hasta una profundidad de 45 m en la parte central del sector occidental.
- Como consecuencia de las anteriores hipótesis, en el sector SW del lote, donde se proyecta la construcción de las estructuras de tratamiento preliminar, se localiza la parte distal de los depósitos coluviales, es decir, que a lo largo del contacto superficial coluviones – aluviales, el abanico depositacional de la unidad litológica conformada por intercalaciones de flujo de lodo, flujos de escombros y flujos de tierra, presenta menor espesor y decrece en pendiente, lo que confirma el concepto de que en época de creciente, fue posible que el río Medellín haya depositado materiales granulares intercalados entre secuencias coluviales, situación que también se corroboró con la presencia de delgados paquetes de arenas de origen aluvial (espesor máximo de 2 m) intercaladas con materiales coluviales.
- El sector W del lote, donde se proyecta la construcción del edificio de operación, conformado en su mayoría por depósitos coluviales, presenta intercalaciones de eventos de flujos de lodo, flujos de escombro y flujos de tierra, localmente intercalados con materiales aluvio-torrenciales, aportados por los pequeños cauces menores antiguos que corrían a lo largo de la ladera.
- En el sector oriental del lote, encima de los materiales aluviales consolidados (Qal3), continúa la depositación aluvial grueso granular (Qfl2), para finalizar con un depósito de llanura de inundación fino granular (Qal1), el cual actualmente se encuentra cubierto por depósitos antrópicos.

Con base en lo anterior, a continuación se describe, en orden cronológico descendente, las unidades litológicas caracterizadas en el lote.

a) Llenos antrópicos (Qll).

Son acumulaciones de material de origen y composición heterogénea, dispuestos por el hombre en algunos sectores. Localmente estos depósitos están conformados por materiales limo arcillosos y limo arenosos de tonalidades pardo, amarillo y naranja, a veces combinados con basuras y escombros.

En el lado izquierdo de la conducción Niquía – Manantiales se encuentran dispuestos de una manera programada con el fin de homogeneizar la pendiente del terreno en el sector oriental, o sea sobre el terreno de baja pendiente, donde alcanzan espesores de hasta 3 m.

En el sector centro oeste se encuentran depósitos de llenos de espesores no superiores a los 3,50 m, sin ninguna función, cerca al sitio donde se proyecta la construcción de los tanques de digestión de lodos, y en el extremo SE, donde se construirá la planta de compostaje para el tratamiento de lo lodos.

Los resultados de laboratorio practicados a las muestras alteradas recuperadas en la exploración permitió establecer que esta unidad está conformada por un 3,69% de gravas, un 25,62% de arenas y un 70,69% de limos y arcilla

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

b) Depósitos aluvio – torrenciales (Qat).

Depósitos de espesor menor a 4 m, asociados a material producto de la erosión del cauce y las laderas aledañas a la quebrada La Seca.

Son materiales de composición heterogénea y granulometría heterométrica, conformados por intercalaciones de gravas aluviales de forma esferoidal a elongada, redondeadas, moderadamente meteorizadas, de diámetros variables entre 5 a 20 cm; fragmentos de roca fracturada de forma prismática, angulares, poco a moderadamente meteorizados; arenas gruesas muy meteorizadas y mantos limo arcillosos de color oscuro, alta humedad y plasticidad.

c) Depósito aluvial de llanura de inundación (Qal1).

Son materiales que se depositan en condiciones de régimen de flujo bajo, sobre la llanura de inundación. Localmente corresponde a materiales limo arcillosos de color pardo oscuro grisáceo, de alta compresibilidad, moderada humedad y consistencia media a firme (se deja moldear); se encuentran en el sector oriental de la conducción Niquía – Manantiales, como una capa de espesor máximo de 3,5 m, que se acuña en dirección a la línea férrea, hasta desaparecer cerca de la misma.

En el extremo SW del lote, donde se proyecta la construcción de los tanques de biogás (TB), cerca de la quebrada La Seca, se encontró en superficie un material similar, intercalado con gravas, asociado a depósitos aluvio-torrenciales.

Esta unidad está conformada por un 17,0% de arenas y un 83% de finos

d) Depósito aluvial (Qal2)

Corresponde a una secuencia sedimentaria granular depositada por una corriente de agua mayor, como lo es el río Medellín, y está conformada por paquetes lenticulares intercalados de:

- Arenas finas y medias, depositadas en tiempos de régimen de flujo bajo; bien gradadas, de color gris medio a claro, de humedad moderada a alta, compacidad media a firme, permeables y poco meteorizadas.
- Gravas finas a medias, de diámetros predominantes entre 4 y 10 cm, ocasionalmente con bloques pequeños de hasta 15 cm, depositados en épocas de régimen de flujo alto. Estos paquetes están conformados por fragmentos de rocas graníticas de origen heterogéneo, aportadas por las diversas unidades litológicas que atraviesan el río Medellín a lo largo de su valle; son de forma elongada a esferoidal, con vértices subredondeados a redondeados, que indican su alto grado de transporte. Su estado de meteorización varía de moderado a alto; generalmente son rocas duras y abrasivas, útiles como fuentes de agregados pétreos.
- Arenas gravosas y gravas arenosas, que son paquetes conformados por mezclas de materiales gravosos y arenosos, que conservan las características de los paquetes de arenas y gravas ya descritos; dependiendo del predominio de uno u otro material, se le asigna el nombre.

Los contactos entre los paquetes de esta unidad pueden ser netos o transicionales, y varían tanto vertical como lateralmente. Son suelos no consolidados de alta rigidez, que presentaron dificultades de estabilidad en los pozos exploratorios ejecutados.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Está conformada por un 38,4% de gravas, un 45 % de arenas y un 16,6% de limos y arcillas.

e) Depósitos coluviales (Qco)

Son depósitos conformados por materiales removidos de las parte altas y medias de las laderas del sector NW del Valle de Aburrá, que cubren el terreno de manera continua en el sector NW, al lado derecho de la conducción Niquía – Manantiales; están conformados por mezclas heterogéneas de fragmentos de roca, predominantemente de anfibolita, con grado de meteorización muy variado, conteniendo bloques totalmente descompuestos que pueden ser desagregados con la mano, y bloques parcialmente meteorizados duros y abrasivos, embebidos en una matriz de materiales finogranulares de granulometría limo arcillosa, esporádicamente limo arenosa, producto de suelos residuales y antiguos depósitos de ladera o aluviales de cauces intramontanos menores.

Dependiendo del contenido de bloques, y de las características de la matriz, los depósitos coluviales son clasificados en tres tipos: flujo de lodo, flujo de escombros y flujo de tierra.

- **Depósitos de Flujo de Lodo (Qfl)**. Fueron clasificados bajo esta denominación, los conjuntos de materiales donde se da un predominio de materiales finogranulares, de granulometría limo arcillosa mayor al 60% (en los ensayos de laboratorio se encontró que estaba compuesto por 6,8% de gravas, un 24,6% de arenas y un 68,6% de limos), pudiéndose encontrar ocasional y aisladamente, bloques de roca meteorizada de hasta 30 cm de diámetro.

  Cuando este tipo de depósitos fueron encontrados superficialmente, presentaron consistencia blanda a medio firme, permitiendo ejecutar sondeos de hasta 16,50 m de profundidad con el sistema de perforación mecánica a percusión, como en el sector donde se proyecta la construcción del edificio de operaciones (EO); mientras que cuando estos depósitos fueron encontrados confinados, a profundidades mayores de 10 m, fue necesario recuperarlos con sistema de perforación a rotación, como en el caso de la perforación localizada cerca al sitio donde se proyecta la construcción de los tanques digestores de lodos. La tonalidad general de estos depósitos es amarillosa a pardo naranja, presentan una humedad media y alta plasticidad.

- **Depósito de Flujo de Tierra (Qft)**. Este tipo de depósitos se rigen por la misma característica porcentual en la relación matriz – bloques de los flujos de lodo, pero presentan un predominio de materiales granulares finos como arenas y arenas limosas, es decir que son materiales menos compresibles, generalmente de menor humedad que los flujos de lodo.

- **Depósitos de Flujo de Escombros (Qfe)**. Son depósitos donde predomina el contenido de bloques sobre la matriz, es decir, que el comportamiento geomecánico de este tipo de materiales está determinado no solo por las características de la matriz, generalmente limo arcillosa, sino por las características de los bloques y su empaquetamiento o relación espacial. Los fragmentos que conforman este tipo de depósitos son generalmente de anfibolita. Los máximos diámetros de roca recuperados en las perforaciones fueron de 35 cm, sin embargo con base a las observaciones geomorfológicas generales, no se descarta la existencia esporádica de bloques mayores.

  Estos depósitos están compuestos por un 5,7% de gravas, un 36,0% de arenas y un 58,2% de limos y arcillas

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

f) Depósito aluvial (Qal3).

Son acumulaciones de materiales aluviales de variada granulometría, depositados a lo ancho del paleo-cauce y la llanura de inundación del río Medellín; su definición estratigráfica es compleja, ya que se asocia a los procesos geomorfológicos que rigieron la geometría y distribución espacial del río, determinada por las variaciones del régimen de flujo que afectó la dinámica fluvial del Valle de Aburrá en el cuaternario antiguo. En los testigos de perforación recuperados en la exploración, se pudieron observar paquetes de diferente conformación granulométrica y litológica, variando desde limolitas de color gris claro y conglomerados duros, abrasivos y bien consolidados que permitían la recuperación de núcleos fuertes, hasta paquetes de bloques y gravas de composición heterogénea embebidos en una matriz de arenas limosas.

- **Parámetros sísmicos**

En el mapa de Amenaza Sísmica de Colombia, el Municipio de Bello se encuentra localizado en una zona de amenaza sísmica intermedia, ya que a nivel histórico no ha sido asociado a sismos de gran magnitud.

De acuerdo con el estudio denominado a la Microzonificación Sísmica de los Municipios del Valle de Aburra (2002), el lote fue clasificado en dos zonas de respuesta sísmica denominadas como zona 5 y zona 9, presentadas en la Figura 3.7. De estas dos zonas, presenta parámetros mas conservadores la zona 5 la cual se recomienda para los diseños estructurales.

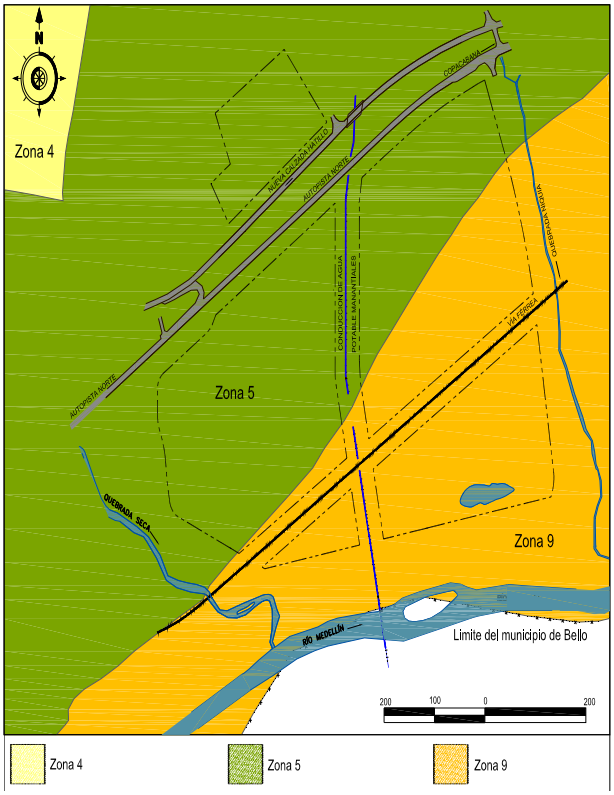


Figura 3.7. Mapa de zonificación sísmica extractado de la MZSVA, municipio de Bello.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

3.2.8 Atmósfera

- **Clima**

a) Temperatura

De acuerdo con los resultados del Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca del río Aburrá, donde utilizaron la ecuación propuesta por el Centro Nacional de Investigaciones de Café (CENICAFE) para calcular la temperatura, la cual la define en función de la altura, la temperatura a lo largo del río Medellín varía entre los 20ºC y 24ºC, disminuyendo hacia las partes altas de la cuenca, alcanzado valores de 17ºC.

En ese estudio definen que el sector de la Planta presenta valores se encuentran entre los 20,2ºC y 21,6ºC.

Para este estudio se instaló en la Subestación eléctrica Bello, una estación meteorológica marca DAVIS modelo VANTAGE PRO 2, mediante la cual se evaluaron los parámetros de temperatura, humedad, presión barométrica, velocidad del viento, dirección del viento y lluvias, durante el período comprendido entre el 14 de abril de 2007 y mayo 15 de 2007.

Con esa estación se encontró que la temperatura media de la zona es de 22,6°C, con máximos de 34,6°C el 11 de mayo a las 14:15 horas y un mínimo de 16,2°C el 14 de abril a las 6:30 horas (véase Figura 3.8)

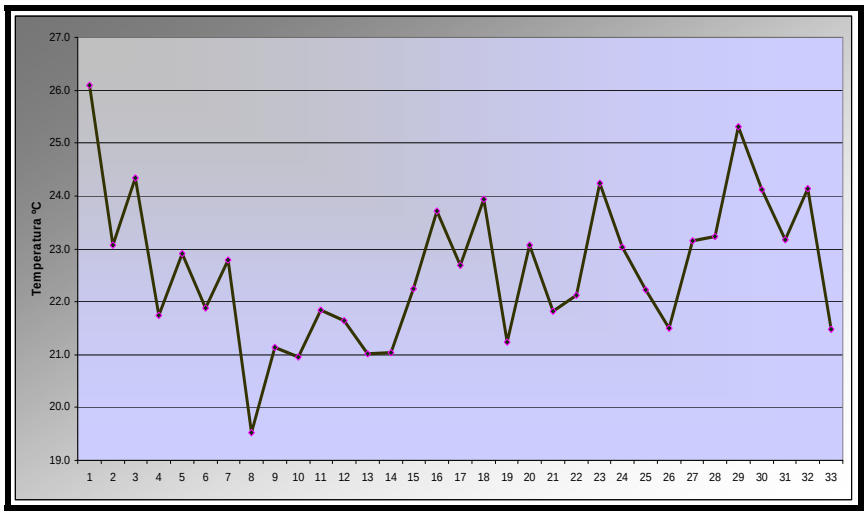


Figura 3.8. Temperatura promedia diaria

b) Humedad Relativa

Los datos obtenidos en la estación meteorológica muestran que la humedad relativa promedia es del 76,7%, con variaciones que van desde el 28% al 98%, como se puede observar en la Figura 3.9

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

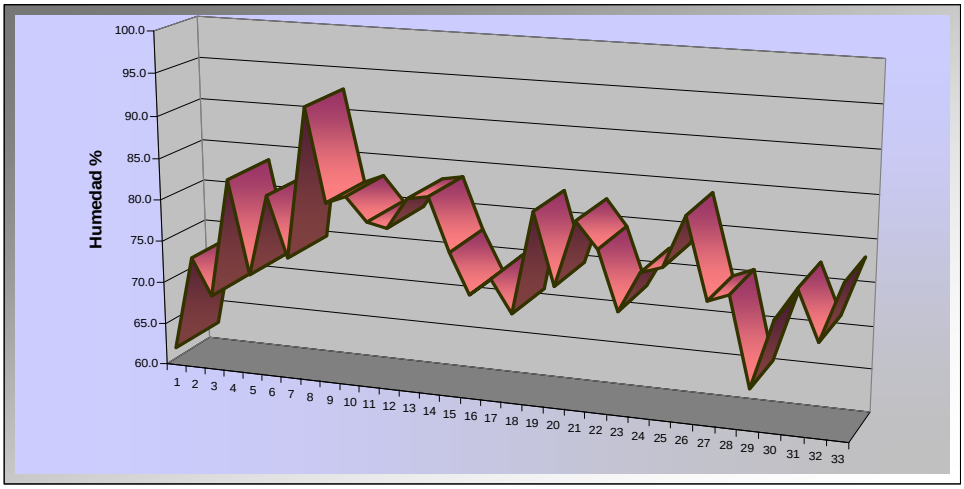


Figura 3.9. Humedad relativa promedia diaria

c) Evapotranspiración

En el estudio del Plan de Ordenación de la cuenca del río Aburrá se estimó la evapotranspiración, encontrándose que varía entre 890 mm/año a 1.150 mm/año. La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Bello se encuentra en la zona con menor evapotranspiración (890 mm/año).

d) Vientos

En la Figura 3.10 se presenta la Rosa de Vientos construida con los datos medidos en la estación meteorológica instalada durante 30 días. Como se puede observar, predominan los vientos que vienen del Este Noreste y Este con una leve incidencia de los vientos que vienen del Noreste y Sureste, con una velocidad promedio de 0.30 m/s. Es importante resaltar que en las 792 horas evaluadas, el 52,74% del tiempo se presenta un estado de calma en el régimen de vientos.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

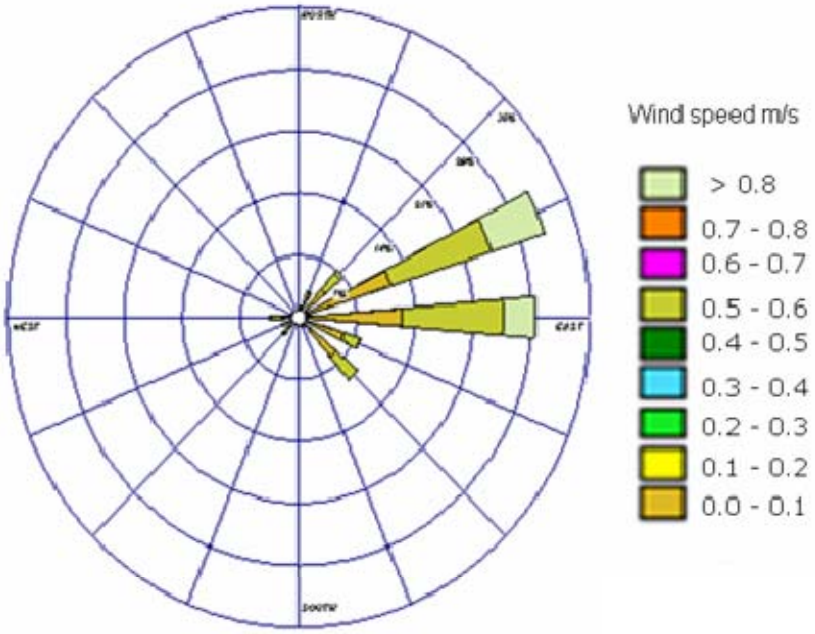


Figura 3.10. Rosa de Vientos

La velocidad promedia del viento encontrada es de 2,8 m/s, con máximos de 4,9 m/s (véase Figura 3.11)

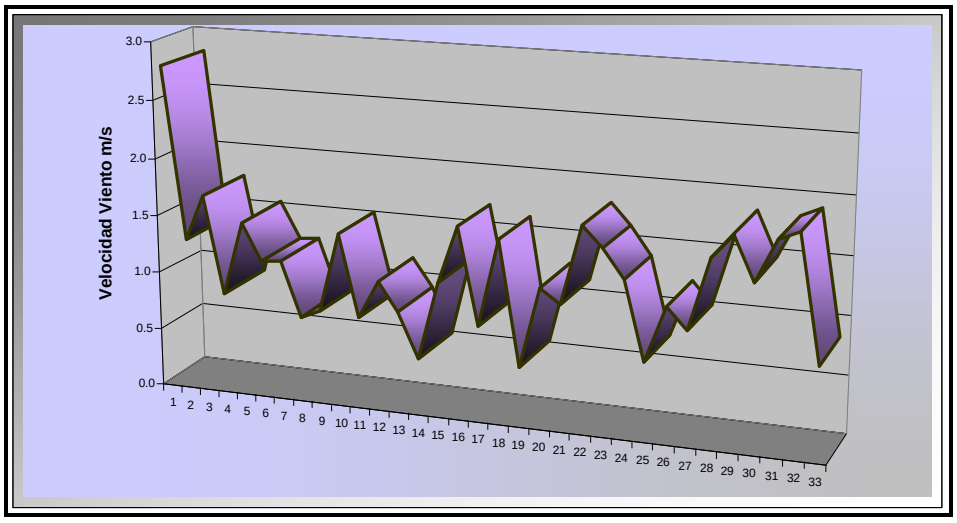


Figura 3.11. Velocidad promedia diaria

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

- **Calidad del aire**

Con el fin de conocer las concentraciones de Partículas Suspendidas Totales (PST), Dióxido de Nitrógeno y Azufre (NO_2 y SO_2), Monóxido de Carbono (CO), Ácido Sulfhídrico (H_2S), y teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el monitoreo realizado en el año 2004 por el Grupo de Investigaciones Ambientales - GIA de la Universidad Pontificia Bolivariana[17], se realizó un muestreo en la zona de influencia de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello, con puntos distribuidos alrededor del lote, y cuya ubicación se presenta en el Plano 01G-PGGE-1-301)

Para la evaluación de los parámetros de Partículas Suspendidas Totales, Dióxido de Nitrógeno y Azufre, se seleccionaron tres puntos localizados en los barrios Machado y Navarra, y en la subestación eléctrica Bello

Las muestras de ácido sulfhídrico se tomaron en la periferia del lote, definiendo un sitio sobre el costado sur y dos sitios en el costado occidental. El monitoreo de Monóxido de Carbono se realizó en los cinco sitios de mayor influencia por tráfico vehicular de la zona: barrio Machado, subestación eléctrica Bello (vía barrio Machado), lote Navarra - portería sur (sobre la vía Bello Copacabana, en sentido sur-norte), lote Navarra - portería norte (al frente del barrio Navarra, sobre la vía Bello Copacabana, en sentido sur-norte) y barrio Navarra.

Para medir el sulfuro de hidrógeno también se utilizaron tres puntos, localizados en la subestación eléctrica Bello y dos en Navarra, en los sectores Norte y Sur.

Para el monitoreo se contrató con una firma especializada, cuyo informe se presenta en el Anexo 3.1. Todas las evaluaciones de realizaron entre 13 de abril hasta el 14 de mayo de 2007.

a) Partículas Suspendidas Totales

En la Figura 3.12 se presenta el comportamiento de las concentraciones de PST en las evaluaciones realizadas entre el 13 de abril de 2007 al 22 de abril de 2007 en el área de influencia del terreno de construcción de la PTAR Norte.

[17] Línea Base Ambiental del entorno de la futura Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Norte En Bello. Alberto Valencia, 2004

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

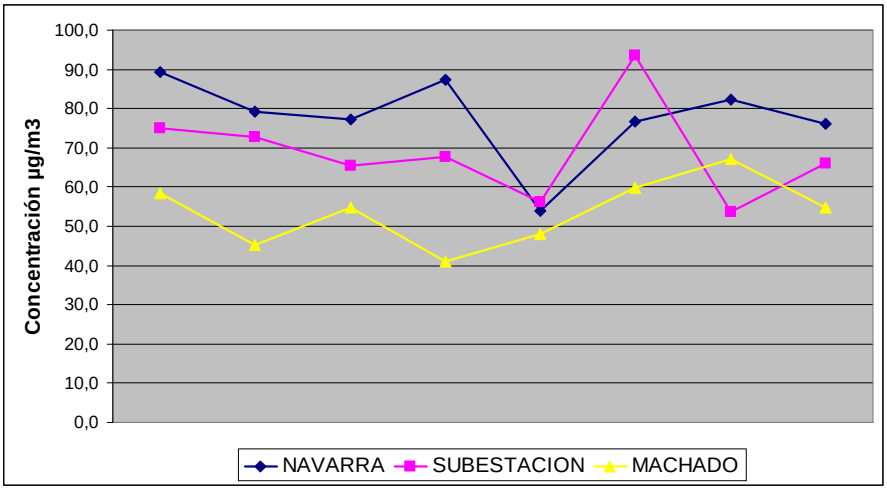


Figura 3.12. Evaluaciones de PST en PTAR Norte

En ninguno de los días evaluados se sobrepasa los 256,45 µg/m^3 a condiciones de referencia para muestreos de 24 horas, tal como se estipula en la Resolución 601 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

La mayores concentraciones se presentan en el barrio Navarra, aunque el pico más alto de concentración se presenta en el punto de la Subestación eléctrica Bello. A la vez, en el sector del barrio Machado predominan las concentraciones más bajas.

Estos resultados concuerdan con los resultados obtenidos en diciembre de 2003[18], donde se obtuvieron concentraciones promedio de 63 µg/m^3 en la subestación eléctrica Bello, con un pico de 160 µg/m^3.

b) Dióxido de Azufre (SO_2) y Dióxido de Nitrógeno (NO_2)

En la Figura 3.13 y la Figura 3.14 se presentan los resultados de los monitoreos realizados de los dióxidos de azufre y nitrógeno.

[18] Línea Base Ambiental del entorno de la futura Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Norte En Bello. Alberto Valencia, 2004

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

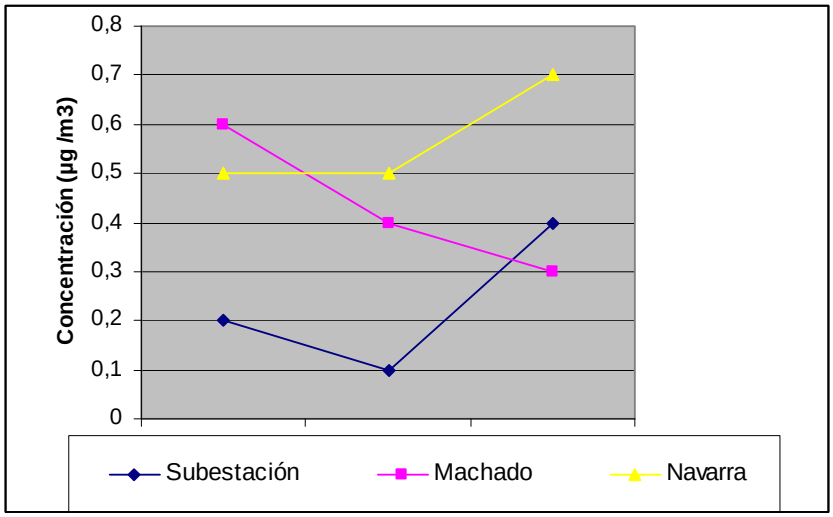


Figura 3.13. Evaluaciones de Dióxido de Azufre (SO_2) en PTAR Norte

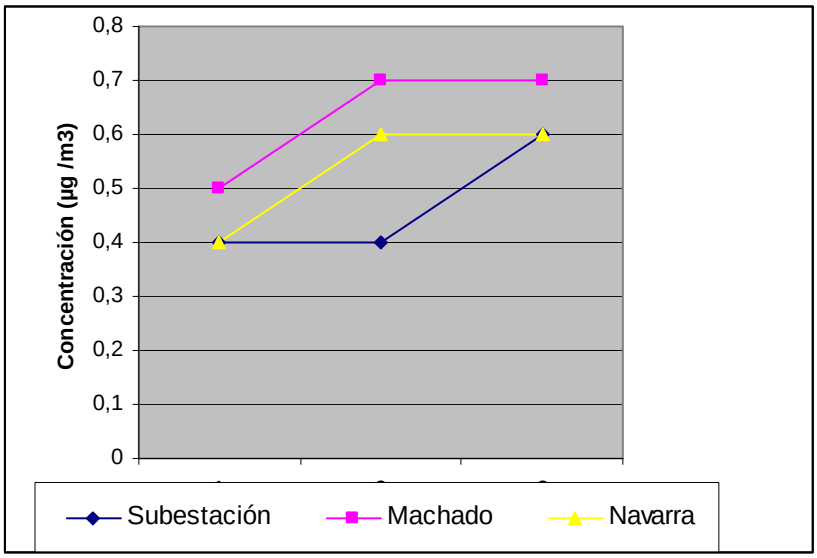


Figura 3.14. Evaluaciones de Dióxido de Nitrógeno (NO_2) en PTAR Norte

Como se puede observar, en ninguno de los resultados se sobrepasa lo establecido en la Resolución 601 de 2006 para muestreos de 24 horas, que establece como valores máximos, a condiciones de referencia, 250 µg/m^3 para SO_2 y 150 µg/m^3 para NO_2.

El comportamiento de estas variables es similar a los resultados obtenidos en los muestreos del año 2003[19], aunque en esos trabajos se obtuvieron valores promedio de 7,26 µg/m^3, para el NO_2 en la subestación eléctrica Bello, que a pesar de estar muy por debajo de la norma, si presenta valores diez veces más altos a los obtenidos en los monitoreos actuales. Estos

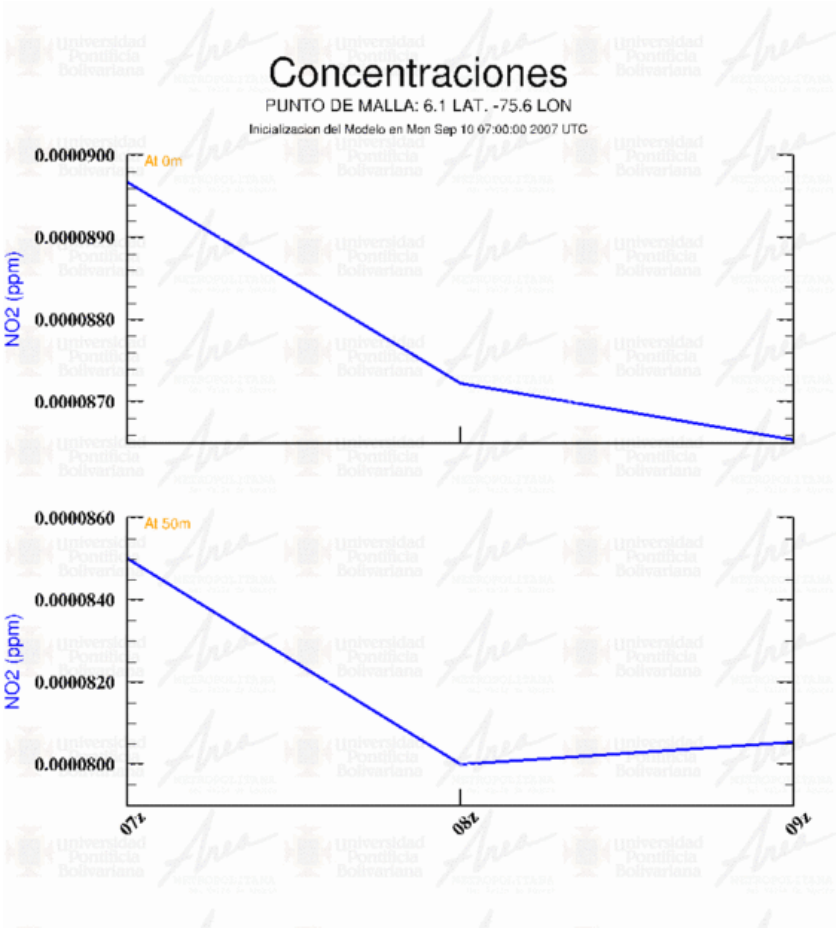
[19] Ibid

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

valores altos pueden deberse a condiciones puntuales al momento del monitoreo, pero en el informe del estudio no se especifica ninguna.

Aplicando en la zona del lote el modelo del Sistema de Información de Calidad del Aire del Área Metropolitana del Valle de Aburrá para el Dióxido de Nitrógeno, se encuentra que los valores se encuentran dentro de los rangos encontrados en los monitoreos (véase Figura 3.15)



Nota: El eje x corresponde al tiempo de modelación en horas.

Figura 3.15. Simulación de la concentración de NO_2 mediante el Sistema de Información de calidad del aire

c) Monóxido de carbono

De la Figura 3.16 a la Figura 3.19 se presentan los resultados del monitoreo realizado entre el 30 de abril y el 4 de mayo de 2007. En el punto de monitoreo del Barrio Machado la concentración promedia horaria fue de cero.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

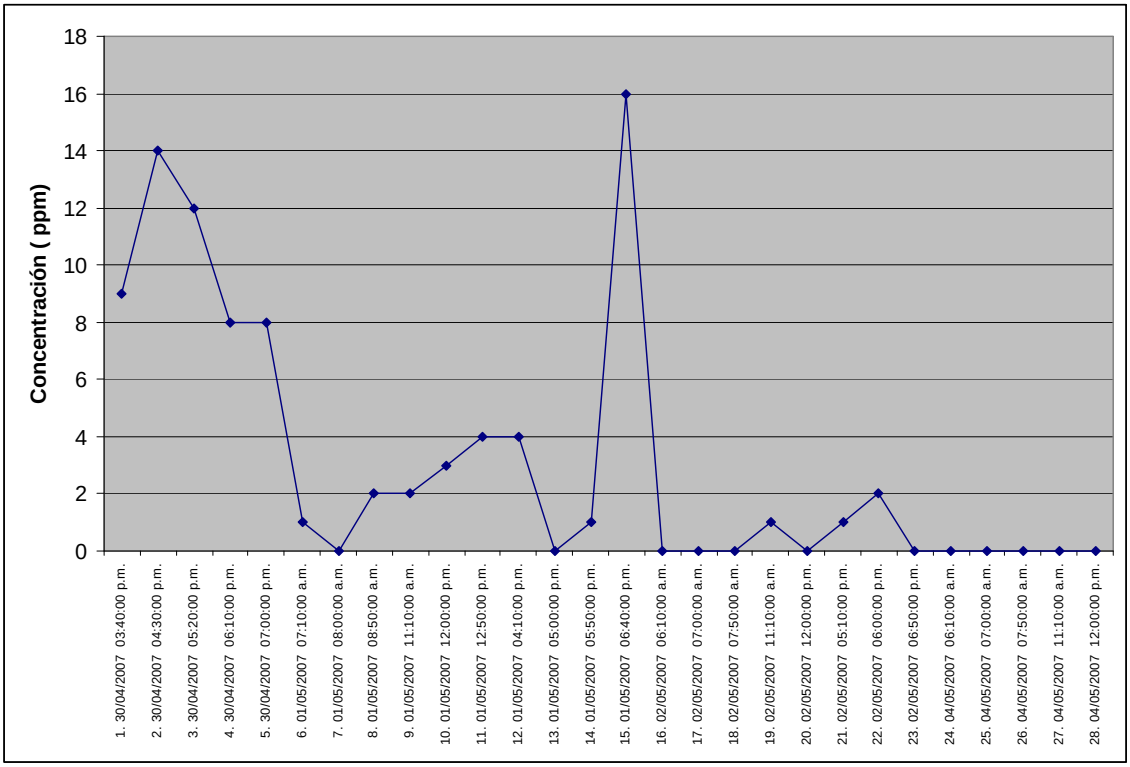


Figura 3.16. Concentración promedio horaria de Monóxido de Carbono, subestación eléctrica Bello

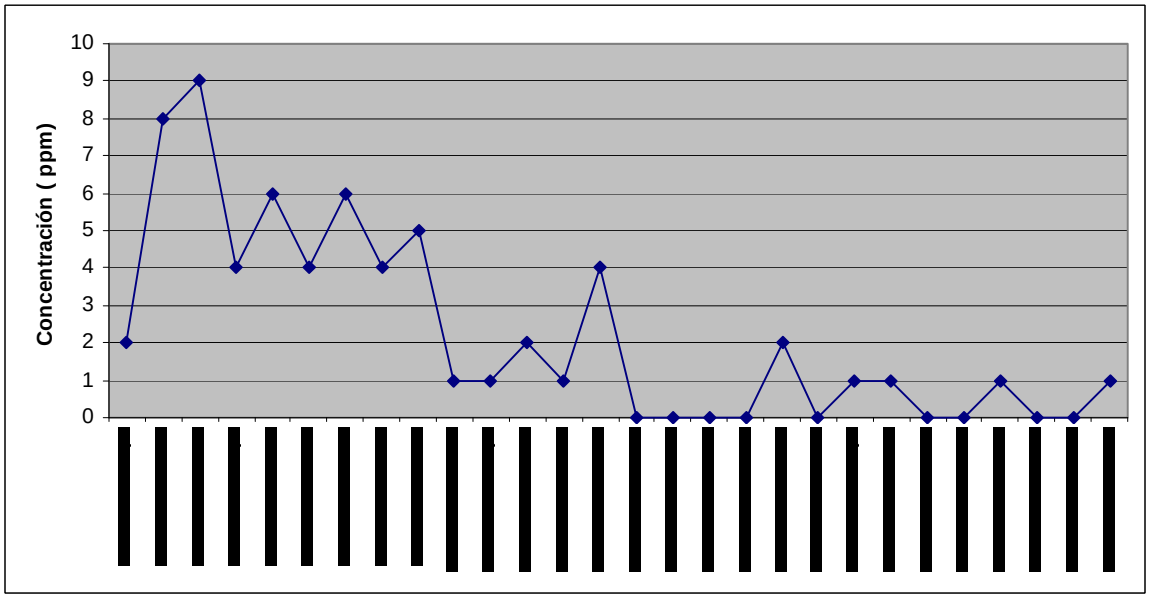


Figura 3.17. Concentración promedio horaria de Monóxido de Carbono, lote Navarra – portería sur

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

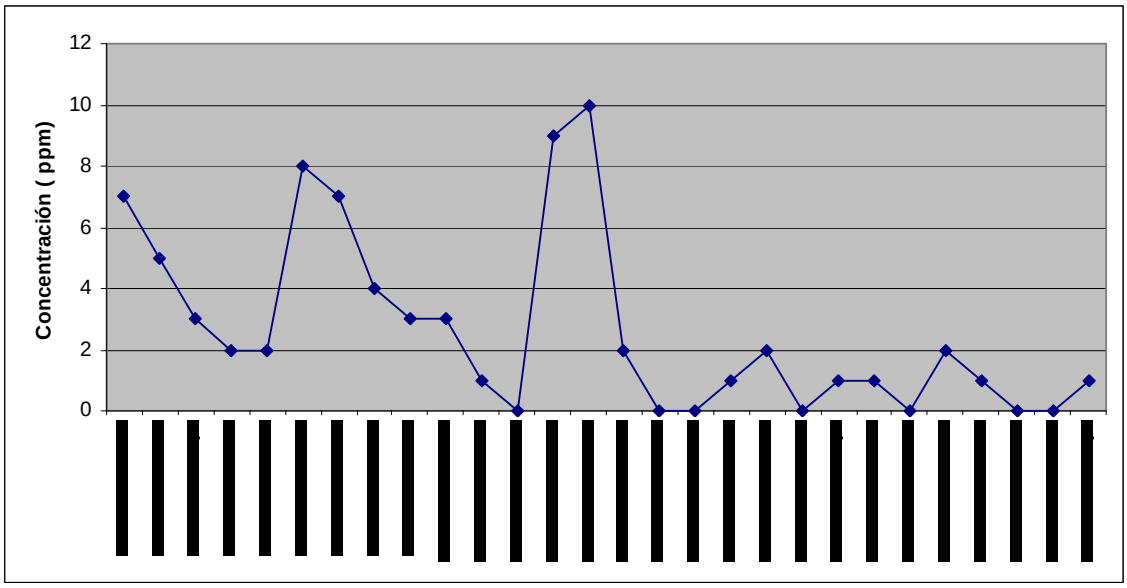


Figura 3.18. Concentración promedio horaria de Monóxido de Carbono, lote Navarra – portería norte

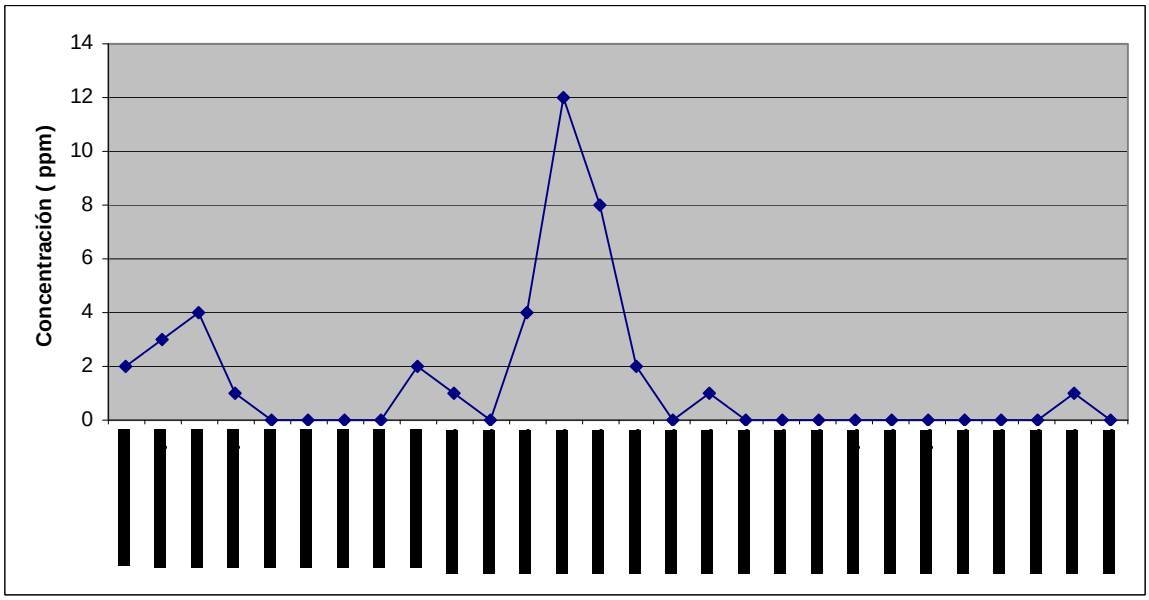


Figura 3.19. Concentración promedio horaria de Monóxido de Carbono, barrio Navarra

Según la Resolución 601 de 2006, el Nivel Máximo Permisible para una hora de Monóxido de Carbono no puede sobrepasar las 35 ppm, lo cual se cumple en los cuatro puntos

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

monitoreados. Los valores más altos en las Figuras corresponde a horas pico, donde se presentan aumentos en el flujo vehicular.

Los resultados son similares a los de los monitoreos realizados en el año 2004[20].

d) Sulfuro de Hidrógeno

Solo se detectaron concentraciones de Sulfuro de Hidrógeno en el punto localizado en la subestación eléctrica Bello, con valores muy por debajo de lo definido en la Resolución 601 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, donde se define un valor máximo de 7 µg/m^3 de H_2S como nivel umbral para sustancias generadoras de olores, valor mucho mayor al obtenido en los muestreos realizados (0,0144 µg/m^3 y 0.0109 µg/m^3). En los otros dos puntos evaluados (Lote Navarra- porterías norte y sur), no se detectó el Sulfuro.

Iguales resultados se obtuvieron en los monitoreos del 2004, donde no se detectó el gas en ninguno de los puntos monitoreados.

e) Calidad del aire

El "Índice de Calidad Ambiental" es un número o una clasificación descriptiva de una gran cantidad de datos o información ambiental cuyo propósito principal es simplificar la información para que pueda ser útil a los encargados de hacer gestión ambiental y al público en general.

En la Tabla 3.16 se presenta los índices de calidad del aire para las partículas suspendidas totales, óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno tomando como referencia una medición de 24 horas, y para el monóxido de carbono tomando como referencia una medición de 8 horas, donde se puede concluir que la calidad del aire en el área de estudio es buena.

Tabla 3.16. Índice de calidad ambiental

CONCENTRACIÓN (µg/m^3)				CATEGORÍA DE CALIDAD AMBIENTAL
PST	SO_2	NO_2	CO	
0 – 100	0 – 100		0 – 5	Buena
100 – 260	100 – 400		5 – 10	Aceptable
260 – 400	400 – 800		10 – 17	Inadecuada
400 – 625	800 – 1600	1130 – 2260	17 – 34	Mala
625 – 875	1600 – 2100	2260 – 3000	34 – 46	Pésima
875 – 1000	2100 – 2620	3000 – 3750	46 – 58	Crítica

- **Ruido**

El ruido, al igual que el Monóxido de Carbono, se midió en los cinco sitios de mayor circulación de vehículos, como se puede observar en el Plano 01G-PGGE-1-301, y en la Figura 3.20 y la Figura 3.21 se presentan los resultados obtenidos.

[20] Ibid

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Los resultados muestran que la zona se encuentra en los límites de las normas, o en muchos casos la superan, tanto en período diurno como en el nocturno, con excepción de los puntos localizados en el barrio Navarra y en la portería sur del Lote de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello, que cumplen con la norma establecida para el período diurno.

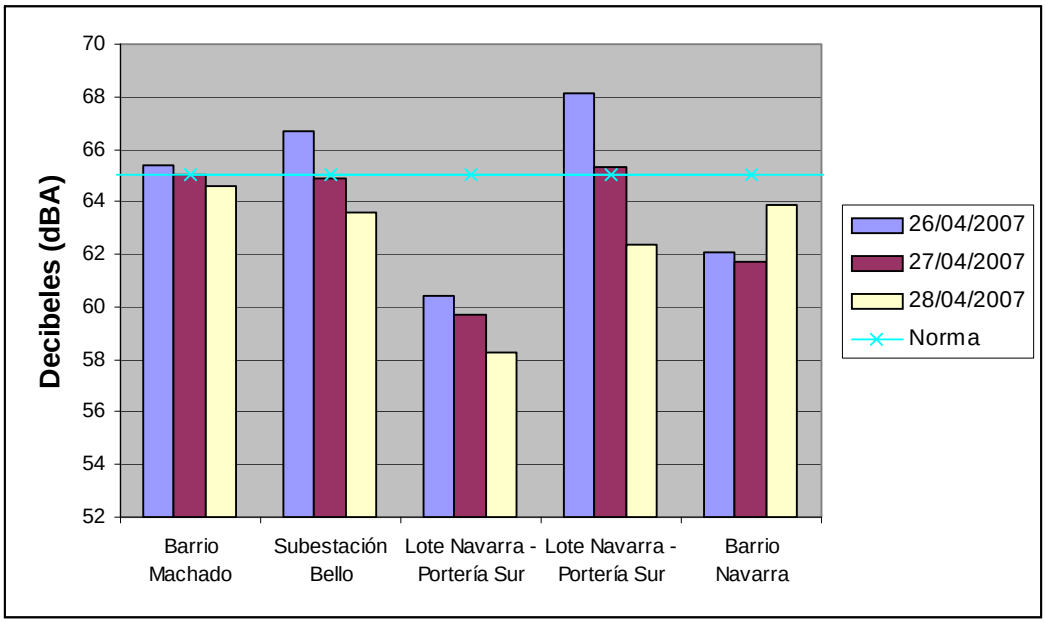


Figura 3.20. Resultados de ruido para período diurno en PTAR Norte

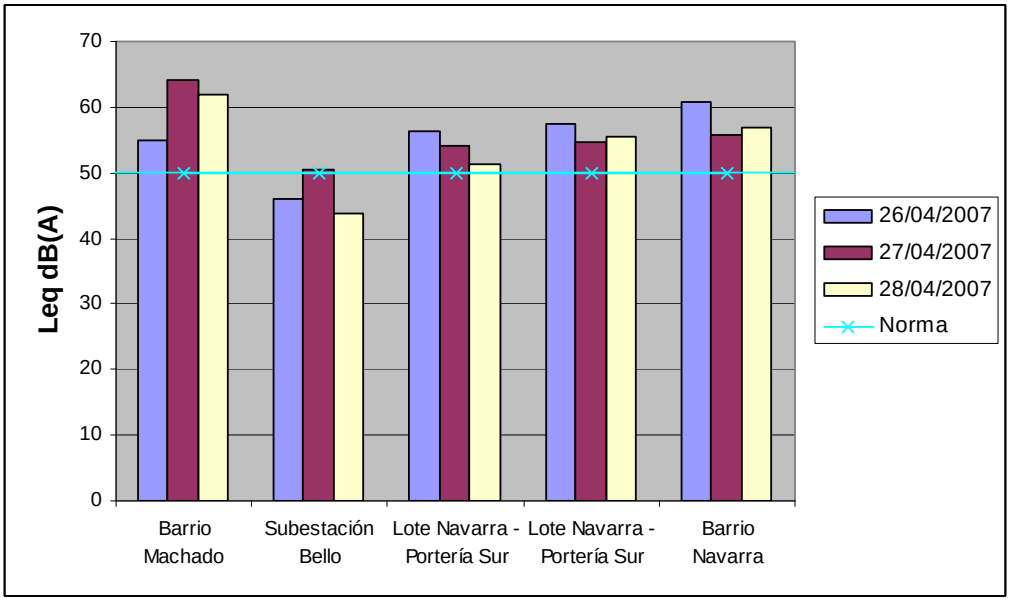


Figura 3.21. Resultados de ruido para periodo nocturno en PTAR Norte

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

El ruido está asociado al tránsito vehicular, lo que explica las variaciones que se presentan entre el período diurno y nocturno.

3.3 MEDIO BIÓTICO

3.3.1 Ecosistema Terrestre

- **Flora**

La cobertura vegetal es un elemento sumamente dinámico que varía en el espacio y en el tiempo, además de ser una de las características más evidentes de los ecosistemas terrestres presentes en el Valle de Aburrá. El conocimiento de ella, su caracterización y cuantificación se convierten en factores fundamentales para su diagnóstico, posibles intervenciones y posteriores propuestas de planes o medidas de manejo.

La caracterización de la vegetación dadas sus propiedades fisonómicas, aporta gran cantidad de información asociada no sólo con su propia dinámica, sino también con el estado de los factores ambientales reinantes en la región, los usos actuales y anteriores de los suelos y la biota ligada a la misma.

A continuación se describen algunos parámetros generales que inciden en el desarrollo y composición de la vegetación, así como la caracterización de la vegetación presente en el área del proyecto de la planta de tratamiento de aguas en Bello.

a) Zonas de vida

Las zonas de vida son consideradas por Holdridge (1974) como asociaciones vegetales dentro de una división natural de clima, las cuales, tomando en cuenta las condiciones edáficas y las etapas de sucesión, tienen una fisonomía similar en cualquier parte del mundo. Es en esta fisonomía o apariencia de la vegetación (no en su composición florística), en la cual se basa el sistema. Los factores básicos que se tienen en cuenta para clasificar una región, son los valores medios anuales de la biotemperatura, de lluvia y de evapotranspiración potencial (Espinal, 1992).

Teniendo en cuenta que dicho sistema posibilita clasificar las áreas de cualquier altitud y latitud, se ajustó ecológica y climáticamente la zona de vida que corresponde al área del proyecto. Para la clasificación se consideró además el estudio preliminar realizado por Valencia (2003), así como la clasificación hecha para Colombia por Espinal (1992) de zonas de vida y la verificación hecha en campo, los cuales convergen en la zona de vida bosque húmedo premontano que se describen a continuación.

Bosque húmedo premontano (bh-PM): Tierra cafetera húmeda. Sus límites climáticos generales son una temperatura media entre 18°C y 24°C, un promedio anual de lluvias entre 1.000 y 2.000 mm. Los bosques naturales en esta zona de vida fueron prácticamente talados para dar paso a la agricultura, la ganadería y de ellos quedan muy pocos relictos de guaduales (*Guadua angustifolia*) en sitios esporádicos. En las orillas de los ríos y quebradas crecen en grupos la cañabrava (*Gynerium sagittatum*), sauces (*Salix sp., Tessaria integrifolia*) y eucaliptos (*Eucalyptus globulus*), entre otros.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Estos terrenos hacen parte de la llamada zona cafetera y se ubican generalmente en las montañas o valles interandinos. El área de estudio se enmarca en ésta zona de vida, la cual cubre prácticamente toda la zona baja y media del Valle de Aburrá.

b) Patrimonio natural y área protegidas

El Valle de Aburrá concentra la mayor población del departamento de Antioquia, lo que ha llevado a que sus paisajes naturales y los de los municipios cercanos a él, sufran una fuerte transformación por parte del hombre para dar paso a paisajes urbanos, suburbanos y rurales en las áreas no urbanizadas, destacándose en estos últimos las fincas de recreo, potreros y plantaciones forestales al oriente del Valle de Aburrá, los cultivos de flores y hortalizas al occidente y las plantaciones forestales y explotaciones pecuarias al sur; mientras que en los municipios de la vertiente al río Cauca predomina el cultivo del café y la ganadería (CORANTIOQUIA, 2007, en línea).

La flora en las zonas bajas del valle corresponde a bosques húmedos premontanos y hacia las zonas altas a bosques húmedos y muy húmedos montano bajo. La vegetación natural que aún subsiste en dichas zonas está constituida en su mayor parte por rastrojos bajos y pastos enmalezados, presentándose fragmentos relictuales del bosque original o primario, así como fragmentos de bosque secundario en distintas etapas sucesionales, localizados principalmente en las zonas altas de las cadenas montañosas que circundan el Valle de Aburrá y que lo separan del cañón del Cauca y del valle de San Nicolás. En estas áreas se conservan algunos fragmentos relictuales de los bosques originales y secundarios en proceso de sucesión, los cuales comienzan a ser protegidos por diferentes instituciones, entre ellas, CORANTIOQUIA y los municipios. Se destacan áreas como la Cuchilla del Romeral entre los municipios de Angelópolis, Caldas, La Estrella y Medellín; el Alto de Las Baldías en Bello; el Cerro del Padre Amaya en Medellín; el Alto de San Miguel en Caldas; el Alto de La Romera en Sabaneta y el Parque Regional Arví, que integra los territorios al oriente del valle de Aburra, pertenecientes a Envigado, Medellín, Bello y Copacabana e incluye las cuencas alta de las quebrada Piedras Blancas, Santa Elena y Las Palmas.

La vegetación natural presenta desaparición y deterioro paulatino, por factores como las quemas, cambios de uso del suelo principalmente para parcelaciones y la extracción de recursos de los bosques, tales como madera para uso local o para leña, carbón, musgo, tierra de capote, helechos arbóreos o sarros, plantas ornamentales, fibras, entre otros.

Así mismo, los municipios han establecido reservas municipales como el Alto de San Miguel en el municipio de Caldas, el Alto de la Romera en Sabaneta, el Cerro el Quitasol en Bello, el Cerro Pan de Azúcar en el corregimiento de Santa Elena, el Pico Manzanillo en Itagüí, las reservas La Campana y Carriquí en Envigado y la zona de reserva forestal La Candela en el municipio de Titiribí.

En el área puntual del proyecto en el municipio de Bello, no se reporta ningún tipo de área protegida para las categorías municipal, departamental o nacional.

c) Coberturas vegetales

Para la clasificación de grupos y categorías de coberturas, se tuvo en cuenta los sistemas de clasificación ampliamente desarrollados en Colombia y que fueron propuestos por Rodríguez et al. (2004) e IGAC (1994). En la Tabla 3.17se presenta el listado de coberturas del área de influencia del proyecto. De igual forma se muestra en la Figura 3.22 y en el Plano 01G-

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

PGGE-1-302, las categorías de cobertura vegetal clasificadas y su ubicación en la zona del proyecto.

Tabla 3.17. Coberturas vegetales del área de influencia de la planta

Grupo de cobertura	Categoría	Símbolo
Pastizal o Herbazal	Pastizal arbolado denso	PA1
	Pastizal arbolado ralo	PA2
Misceláneos	Rastrojos y pastos	M1
	Pastos y rastrojos	M2
	Pastos, rastrojos y cultivos	M3
Infraestructura	Vías e infraestructuras	UP

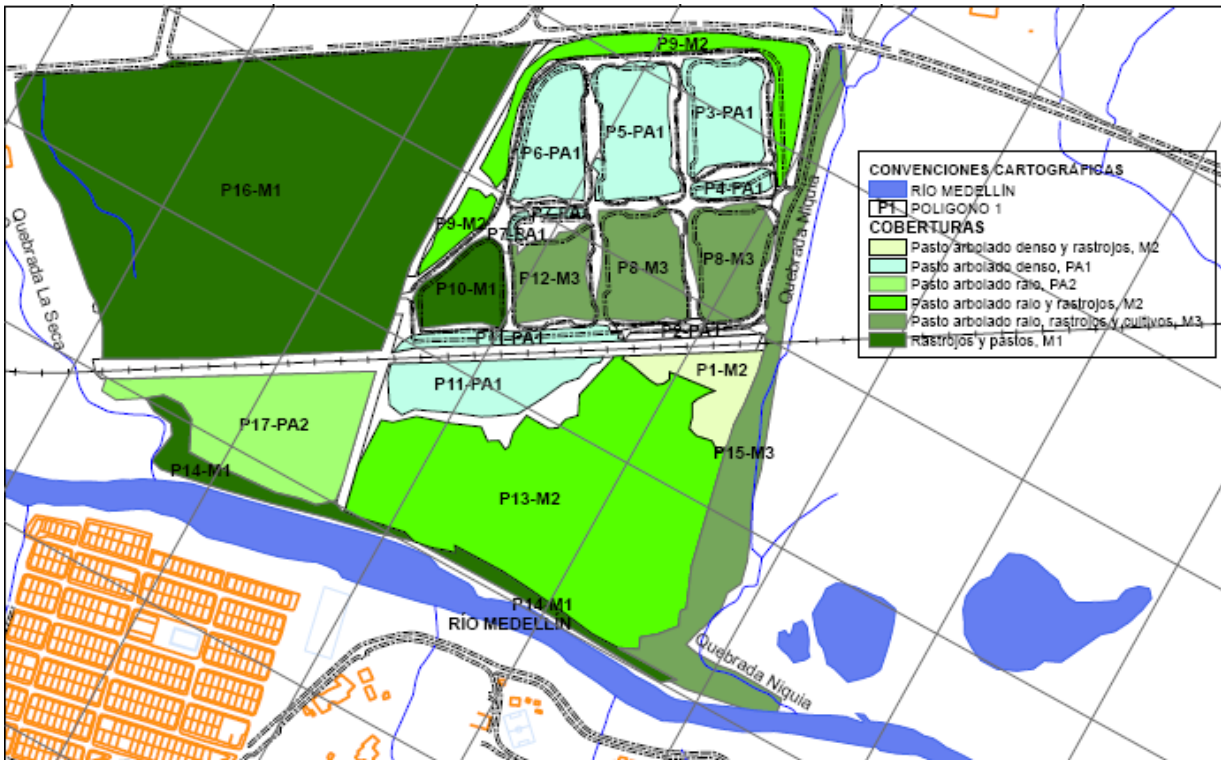


Figura 3.22. Clasificación de las coberturas vegetales y su ubicación en la zona del proyecto

Las características generales de los grupos y categorías de coberturas observadas fueron:

- **Pastizal o herbazal**

Comunidad vegetal constituida por una matriz de pastizales, en la cual se encuentran dispersos elementos arbóreos o arbustivos; son áreas que generalmente se dedican al pastoreo principalmente de vacunos y equinos. Esta categoría se divide en:

– Pastizal arbolado denso (PA1). Cobertura caracterizada por la dominancia de vegetación herbácea y/o gramínea, con la presencia de elementos arbóreos o

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

arbustivos que ocupan un porcentaje de cobertura inferior al 30% del área de cada polígono muestreado (véase Foto 11)

Foto 11. Cobertura de pastizal arbolado denso en el sector de "Las Pistas" de Niquia

- Pastizal arbolado ralo (PA2). Cobertura caracterizada por la dominancia de vegetación herbácea y/o gramínea, con un porcentaje de cobertura superior al 30% del área muestreada en cada polígono de elementos arbóreos o arbustivos (véase Foto 12).

Foto 12. Cobertura de pastizal arbolado ralo en el sector de "Las Pistas" de Niquia

- **Coberturas misceláneas**

Conformada por mosaicos complejos de las categorías antes mencionadas, además de rastrojos altos y bajos, de las cuales no es posible diferenciar en detalle a la escala de trabajo, la categoría que corresponde a la cobertura que domina y mencionada en primer lugar, en más de un 70%. Se establecieron los siguientes complejos:

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

- Rastrojos y pastos (M1). Comunidades arbustivas y arbóreas mixtas que predominan, intercaladas con pastos que conforman polígonos complejos. Pueden encontrarse árboles de grandes dimensiones (véase Foto 13).

Foto 13. Cobertura miscelánea de rastrojos y pastos en el sector de "Las Pistas".

- Pastos y rastrojos (M2). Cobertura inversa a la anterior en la que priman los pastos, y que presenta algunos parches difícilmente segregables de rastrojos mixtos (véase Foto 14).

Foto 14. Cobertura miscelánea de pastos y rastrojos en el sector de "Las Pistas".

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

- Pastos, rastrojos y cultivos (M3). Categoría similar a M2, que incluye además cultivos semestrales diferenciables como tal, pero inmersos en la matriz de la categoría dominante de cada polígono muestreado (véase Foto 15).

Foto 15. Cobertura miscelánea de pastos, rastrojos y cultivos en el sector de "Las Pistas" de Niquía.

- **Infraestructura**

Agrupa las coberturas inherentes a construcciones, vías carreteables y férreas, conducciones y usos diferentes al soporte de cobertura vegetal.

Dado que el muestreo se realizó en el 100% de las áreas que serán intervenidas por las obras, las subdivisiones en lugar de parcelas, fueron acordes a los "polígonos" existentes en el lote, es decir, las áreas rodeadas por la malla vial, la carrilera, el río y la tubería de conducción a Manantiales (véase Figura 3.22). En cada polígono se identificó y caracterizó su respectiva vegetación, asignando las categorías y grupos de cobertura que se presentan en la Tabla 3.18.

Tabla 3.18. Categorías de coberturas por polígono en la planta.

Polígono	Categoría de cobertura	Símbolo	Área (ha)
1	Pasto arbolado denso y rastrojos	M2	0,79
2	Pasto arbolado denso	PA1	0,24
3	Pasto arbolado denso	PA1	1,04
4	Pasto arbolado denso	PA1	0,19
5	Pasto arbolado denso	PA1	1,28
6	Pasto arbolado denso	PA1	1,00
7	Pasto arbolado denso	PA1	0,10
8	Pasto arbolado ralo, rastrojos y cultivos	M3	2,24
9	Pasto arbolado ralo y rastrojos	M2	1,49
10	Rastrojos y pastos	M1	0,79

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Tabla 3.18. Categorías de coberturas por polígono en la planta. (Continuación)

Polígono	Categoría de cobertura	Símbolo	Área (ha)
11	Pasto arbolado denso	PA1	1,57
12	Pasto arbolado ralo, rastrojos y cultivos	M3	0,82
13	Pasto arbolado ralo y rastrojos	M2	7,93
14	Rastrojos y pastos	M1	1,04
15	Pasto arbolado ralo, rastrojos y cultivos	M3	2,83
16	Rastrojos y pastos	M1	14,75
17	Pasto arbolado ralo	PA2	2,62

d) Componente florístico

Para la caracterización florística de las coberturas identificadas en la planta, se realizó un inventario del 100% de área del proyecto, equivalente a 40,71 hectáreas, distribuidas en las coberturas anteriormente descritas. Adicionalmente, se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) de todos los individuos mayores de 10 cm, así como sus alturas totales y fustales, con el objeto de estimar los volúmenes comerciales y totales del material vegetal que se puedan afectar (véase Foto 16).

Foto 16. Muestreo en campo; medición de parámetros dendrométricos.

En total se inventariaron 5.270 individuos en toda el área muestreada, representados en 81 especies, 71 géneros y 37 familias. La cobertura con mayor número de especies e individuos fue la miscelánea rastrojos y pastos (M1), con 63 y 2.980 respectivamente, seguida por la M2 con 42 especies y 1.350 individuos.

Respecto a las coberturas principales, predominaron indudablemente los pastos arbolados con uso recreativo en términos de área o cubrimiento, seguido por el misceláneo de rastrojos y pastos arbolados. Sin embargo, al analizar los volúmenes de biomasa total y maderable de cada cobertura, la categoría miscelánea de rastrojos y pastos (M1) presenta las mayores cifras, conteniendo a su vez la mayor cantidad de individuos maderables y de porte bajo que

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

las demás categorías (veáse Figura 3.23). En segundo lugar se observó la categoría miscelánea de pastos y rastrojos (M2), seguido por pastos, rastrojos y cultivos (M3), y en menor proporción los pastizales arbolados (PA1).

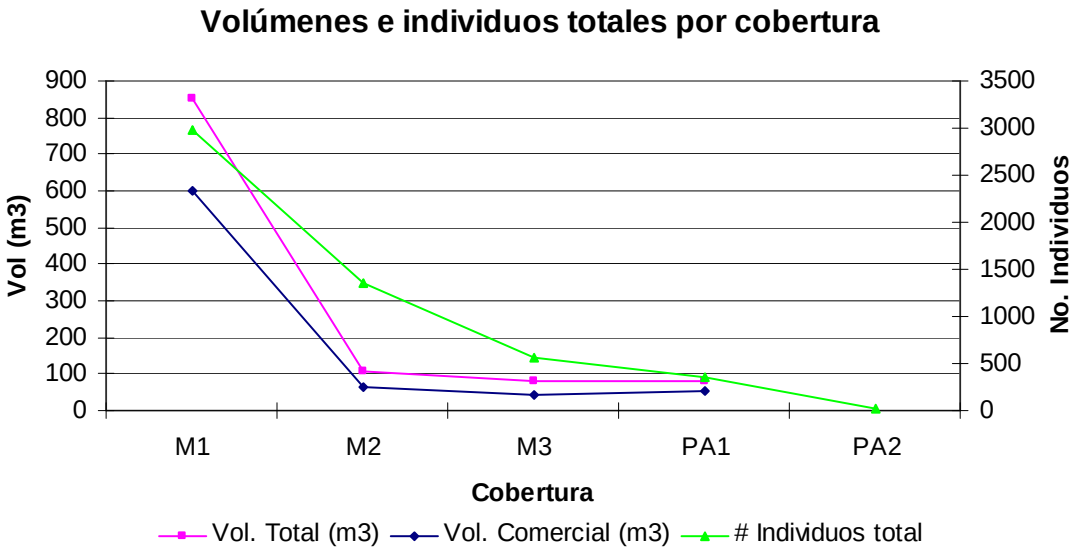


Figura 3.23. Distribución de los volúmenes e individuos por coberturas.

En la Tabla 3.19, se resumen los parámetros y resultados generales del inventario por cada cobertura.

Tabla 3.19. Resumen de parámetros del inventario en cada cobertura.

PARÁMETRO	COBERTURA					
	M1	M2	M3	PA1	PA2	Total
Volumen total (m^3)	853,937	104,520	78,030	81,175		1117,66
Volumen comercial (m^3)	599,363	65,494	44,276	52,447		761,58
Área basal (m^2)	87,193	13,716	10,383	9,867		121,16
Número de especies total	63	42	28	26	22	81
Número de individuos totales	2979	1350	559	360	22*	5270
Número de individuos con DAP>10	866	242	140	94		1342
Área inventariada total (ha)						40,71

* En esta cobertura se hizo una observación de las especies presentes, sin tener en cuenta el número de individuos por cada especie. Lo anterior debido al uso que se pretende dar al polígono, el cual es de conservación y de asegurar el proceso de sucesión vegetal.

El listado de especies identificadas en todo el muestreo se presenta en la Tabla 3.20, así como su respectivo número de individuos, sus volúmenes totales y comerciales. En ella se aprecia a su vez las especies con mayor grado de importancia, bien por su participación en la abundancia relativa, como por su superioridad en la dominancia relativa.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Tabla 3.20. Listado de especies identificadas, número de individuos y volúmenes estimados.

#	Nombre científico	Familia	Nombre común	No. Ind.	VT (m^3)	VC (m^3)
1	*Acaciella sp.*	MIMOSACEAE		116	1,313	0,857
2	*Acalypha sp.*	EUPHORBIACEAE	Gallinazo	2	0,279	0,163
3	*Acnistus sp.*	SOLANACEAE		374	1,347	0,535
4	*Adenaria floribunda Kunth*	LYTHRACEAE	Chaparro	4		
5	*Annona muricata L.*	ANNONACEAE	Guanábano	6	3,407	2,288
6	*Bambusa sp.*	POACEAE	Bambú	4		
7	*Bauhinia cf. rabica t L.*	CAESALPINIACEAE	Árbol orquidea	1		
8	*Brugmansia sp.*	SOLANACEAE	Cacao sabanero	3		
9	*Calliandra pittieri Standl.*	MIMOSACEAE	Carbonero	111	17,795	9,533
10	*Carica papaya L.*	CARICACEAE	Papayo	6		
11	*Casearia sp.*	FLACOURTIACEAE	Huesito	182	0,190	0,126
12	*Cassia grandis L.F.*	CAESALPINIACEAE		1	0,059	0,020
13	*Cedrela odorata L.*	MELIACEAE	Cedro	29	45,143	33,278
14	*Ceiba pentandra (L.) Gaertn.*	BOMBACACEAE	Ceiba	9	27,689	21,027
15	*Cestrum sp.*	SOLANACEAE		3		
16	*Chamaecrista sp.*	CAESALPINIACEAE		47		
17	*Chrysophyllum sp.*	SAPOTACEAE		2	6,056	4,813
18	*Citrus limon (L.) Burm. F.*	RUTACEAE	Limón	10		
19	*Citrus maxima (rab. Ex Rumph.) Merr.*	RUTACEAE	Naranjo	4	0,232	0,120
20	*Citrus rabica te Blanco*	RUTACEAE	Mandarino	6	0,094	0,039
21	*Clidemia sp.*	MELASTOMATACEAE		2		
22	*Cocos nucifera L.*	ARECACEAE	Coco	1	0,285	0,000
23	*Coffea rabica L.*	RUBIACEAE	Café	4		
24	*Cordia sp.*	BORAGINACEAE		7		
25	*Croton sp.*	EUPHORBIACEAE	Drago	9	0,067	0,020
26	*Cupania sp.*	SAPINDACEAE	Guacharaco	43	9,193	6,574
27	*Cupressus lusitanica Mill.*	CUPRESSACEAE	Ciprés	18	47,866	39,699
28	*Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.*	MIMOSACEAE	Piñón de oreja	3	54,462	39,281
29	*Eriobotrya japonica (Thumb.) Lindl.*	ROSACEAE	Níspero	1		
30	*Erythrina fusca Lour.*	FABACEAE	Búcaro	331	426,134	292,772
31	*Eucalyptus sp.*	MYRTACEAE	Eucalipto	108	179,400	131,799
32	*Euphorbia conitifolia L.*	EUPHORBIACEAE	Liberal	4		
33	*Ficus sp.*	MORACEAE	Ficus	18	74,162	54,608
34	*Fraxinus chinensis Roxb.*	OLEACEAE	Urapán	8	0,121	0,045
35	*Garcinia madruno (Kunth) Hammel*	CLUSIACEAE	Madroño	10	10,580	8,197
36	*Guazuma ulmifolia Lam.*	STERCULIACEAE	Guazimo	7	0,107	0,038
37	*Gynerium sagittatum (Aubl.) P. Beauv.*	POACEAE	Caña Brava	921		
38	*Leucaena leucocephala (Lam). De Wit.*	MIMOSACEAE	Leucaena	439	13,610	5,004

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Tabla 3.20. Listado de especies identificadas, número de individuos y volúmenes estimados. (Continuación)

#	*Nombre científico*	Familia	Nombre común	No. Ind.	VT (m3)	VC (m3)
39	*Mangifera indica L.*	ANACARDIACEAE	Mango	48	46,274	31,318
40	*Melia azederach L.*	MELIACEAE		8	0,489	0,254
41	*Melicoccus bijugatus Jacq.*	SAPINDACEAE	Mamoncillo	6	16,386	11,735
42	*Mimosa cf. pigra L.*	MIMOSACEAE		1		
43	*Murraya paniculata (L.) jack*	RUTACEAE	Azahar de la india	1		
44	*Myrsine sp.*	MYRSINACEAE	Espadero	1	0,104	0,055
45	*Ocroma pyramidale (Cav. Ex Lam.) Urb.*	BOMBACACEAE	Balso	6	3,517	2,162
46	*Parkinsonia aculeata L.*	CAESALPINIACEAE		1		
47	*Persea americana Mill.*	LAURACEAE	Aguacate	5	0,229	0,114
48	*Persea caerulea (Ruiz & Pav.) Mez*	LAURACEAE	Aguacatillo	42	0,962	0,537
49	*Phyllanthus sp.*	EUPHORBIACEAE		1		
50	*Piper aduncum L.*	PIPERACEAE	Cordoncillo	153	0,028	0,011
51	*Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth.*	MIMOSACEAE	Chiminango	429	33,780	10,366
52	*Plumeria sp.*	APOCYNACEAE	Frangipán	1		
53	*Psidium guajava L.*	MYRTACEAE	Guayabo	112	1,328	0,593
54	*Ricinus communis L.*	EUPHORBIACEAE	Higuerillo	78	0,000	0,000
55	*Roystonea regia (Kunth) O.F. Cook*	ARECACEAE	Palma real	2	3,233	0,000
56	*Salix humboldtiana Willd.*	SALICACEAE	Sauce llorón	6	4,560	2,707
57	*Samanea cf. saman (Jacq.) Merr.*	MIMOSACEAE	Saman	3	2,601	1,902
58	*Sapindus saponaria L.*	SAPINDACEAE	Chumbimbo	15	14,354	10,171
59	*Schefflera actinophylla (Endl.) Harms*	ARALIACEAE	Cheflera	1		
60	*Schinus terebinthifolius Raddi*	ANACARDIACEAE	Falso pimiento	5	0,156	0,034
61	*Senna spectabilis (DC.) H.S. Irwin & Barneby*	CAESALPINIACEAE	Caña fístula	917	55,414	29,406
62	*Solanum sp.*	SOLANACEAE		57		
63	*Solanum sp.1*	SOLANACEAE		33		
64	*Solanum sp.2*	SOLANACEAE		1		
65	*Solanum wrightii Benth*	SOLANACEAE		5	1,042	0,707
66	*Spathodea campanulata P.Beauv.*	BIGNONIACEAE	Miona	26	1,404	0,813
67	*Spondias mombin L.*	ANACARDIACEAE	Hobo	1		
68	*Spondias purpurea L.*	ANACARDIACEAE	Ciruelo	2	1,869	1,289
69	*Syzygium jambos (L.) Alston*	MYRTACEAE	Pomo	1	1,146	0,550
70	*Tabebuia chrysantha (Jacq.) G. Nicholson*	BIGNONIACEAE	Guayacán	3	2,214	1,801
71	*Tabebuia rosea (Bertol.) A. DC.*	BIGNONIACEAE	Guayacán rosado	1	0,060	0,024
72	*Tecoma stans (L.) juss. Ex Kunth*	BIGNONIACEAE	Chirlobirlo	5		
73	*Theobroma cacao L.*	STERCULIACEAE	Cacao	1		
74	*Thevetia peruviana (Pers.) k. Schum.Thevetia*	APOCYNACEAE	Catape	2	1,846	1,090
75	*Titonia diversifolia (Hemsl.) A. Gray*	ASTERACEAE	Margaritón	40		
76	*Trichanthera gigantea (Bonpl.) Nees*	ACANTHACEAE	Quiebra barrigo	2		

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Tabla 3.20. Listado de especies identificadas, número de individuos y volúmenes estimados. (Continuación)

#	*Nombre científico*	Familia	Nombre común	No. Ind.	VT (m3)	VC (m3)
77	*Vachellia farnesiana (L.) Wight & Arn.*	MIMOSACEAE		21		
78	*Yucca elephantipes Regel*	LILIACEAE	Pie de elefante	1		
79	*Zanthoxylum fagara (L.) Sarg.*	RUTACEAE	Uña de gato	303	0,033	0,009
80	*Zanthoxylum rhoifolium Lamarck*	RUTACEAE	Tachuelo	68	4,751	3,000
81	*Zanthoxylum sp.*	RUTACEAE		1	0,289	0,101
	Total general			**5270**	**1117,662**	**761,581**

Donde: No. Ind.= número de individuos observados de cada especie.
VT(m^3)= volumen total en metros cúbicos por especie.
VC(m^3)= volumen comercial en metros cúbicos por especie.

Con estos criterios, las especies de mayor relevancia en el muestreo fueron en su orden el caña fístula (*Senna spectabilis*) con 921 individuos (véase Foto 17), leucaena (*Leucaena leucocephala*) con 439 plantas, chiminango (*Pithecellobium dulce*) con 429 individuos, seguido por *Acnistus sp*. (374), búcaro (*Erythrina fusca*) con 331 y uña de gato (*Zanthoxylum fagara*) con 303 individuos. Las demás especies sumadas tienen una participación en la frecuencia relativa inferior al 30%. Debe aclararse que aunque la especie herbácea caña brava (*Gynerium sagittatum*) presentó 921 individuos, no se incluyó en la anterior clasificación, puesto que su modo vegetativo y reproductivo es característico de las hierbas terrestres, las cuales forman asociaciones homogéneas.

Foto 17. Caña fístula (Senna spectabilis), especie de mayor frecuencia relativa en la zona del proyecto.

De otro lado, el búcaro (*Erythrina fusca*) presentó la mayor dominancia relativa entre las 81 especies con cerca del 44% del área basal y el 38,1% del volumen total estimado para todos los individuos. En segundo lugar se encuentra el eucalipto (*Eucalyptus sp*.) con 8,8% de área basal, equivalente a 10,71 m^2 y con 16,05% del volumen total, que equivale a 179,4 m^3 de

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

madera. Seguidamente se encuentran ficus (*Ficus sp*.), caña fístula (*Senna spectabilis*), piñón de oreja (*Enterolobium cyclocarpum*), ciprés (*Cupressus lusitanica*), mango (*Mangifera indica*) y cedro (*Cedrela odorata*), con 6,63, 4,95, 4,87, 4,28, 4,14 y 4.03% del volumen total estimado en todo el muestreo. Las restantes 73 especies complementan el 16,89% de la biomasa total. Dichas estimaciones de volúmenes para cada cobertura, tienen un comportamiento relativamente "normal", si se tienen en cuenta la diversidad de las condiciones y grado de desarrollo que ostenta cada uno de los parches de cobertura.

En otra categoría de especies destacadas durante el inventario (véase Tabla 7.9), aquellas con alguna importancia reportada de tipo ecológica, paisajística o para el consumo de aves. En total se presentan 31 especies, la mayoría de ellas "nativas" y se detallan parámetros como su descripción taxonómica y características prominentes de las especies. Asimismo, durante la identificación en campo, se diferenciaron de las demás especies e individuos, con una marcación con pintura reflectiva en el fuste (véase Foto 18), los individuos con alto potencial para transplantarse o de ser posible, preservarlos in situ teniendo en cuenta su importancia paisajística y ecológica.

Foto 18. Hobo (*Spondias mombin L.*), individuo con marcación; especie con alto potencial para transplantarse o conservarse.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

- **Fauna terrestre**

Dada su rica topografía y la gran variedad de climas locales que forman múltiples ecosistemas, en Colombia se encuentra un poco más del 10% de la biodiversidad mundial a nivel de especies. El país cuenta con aproximadamente 3.290 especies de vertebrados terrestres[21], 471 de ellas corresponden a mamíferos (Alberico *et al*. 2000), 733 de anfibios, 520 de reptiles (Sánchez *et al*., 1995; Rueda-Almonacid *et al*. 2004) y 1.754 de aves (19,4% del total mundial; Hilty & Brown 2001), hecho por el cual ha sido reconocido como uno de los más diversos en el mundo (Hernández-Camacho *et al.* 1992).

En particular, el departamento de Antioquia posee una rica topografía, presentando 11 zonas de vida donde pueden encontrarse infinidad de especies diferentes (Páez *et al.* 2002). Sin embargo, la vegetación natural de la mayor parte del departamento ha ido desapareciendo, primero por el establecimiento de explotaciones agropecuarias, y en las últimas décadas por causa del rápido y desordenado crecimiento de las áreas urbanas (Weber y Cuadros, 1999). Por esta razón, se corre con un altísimo riesgo de sufrir extinciones masivas de fauna y flora, producidas principalmente por la destrucción de hábitats por deforestación y por contaminación. En cuanto a la fauna, se encuentran en gran peligro 89 especies de mamíferos, 133 de aves, 20 especies de reptiles y 8 de peces, según datos de la Unión Mundial para la Conservación (UICN). Todo esto, sin contar con un gran número de especies, tanto vegetales como animales, que se encuentran al borde de la extinción, y que aún no han sido reportadas a la ciencia[22].

De acuerdo con lo anterior, Colombia debe ser considerada un país con una alta prioridad ambiental, en donde deben desarrollarse programas de conservación, recuperación y manejo sostenible, que contrarresten los efectos nocivos de las actividades humanas sobre los ecosistemas y sus recursos biológicos.

Por otro lado, los vertebrados en particular, son importantes componentes de sus ambientes: Aves, anfibios, reptiles, peces y mamíferos juegan un papel trascendental en los ecosistemas y son considerados “indicadores”, es decir, que las condiciones y características de su presencia, son referentes de la calidad ambiental del sitio donde residen (Arias, 1998; Blaustein & Wake, 1990; Eisenberg, 1989; Lips et al. 2001).

Es importante entonces conocer la fauna presente en Colombia y del departamento, y a pesar del acelerado proceso de urbanización en el Valle de Aburrá, se hace necesario determinar cuales especies soportan un ambiente completamente urbanizado, cuales son sus corredores o “áreas verdes”, por donde se movilizan y la forma como se pueden conservar.

a) Metodología

Para la ejecución del trabajo de campo se realizaron recorridos dentro del área de estudio, con el fin de identificar los sitios de muestreo y realizar una corta descripción del entorno. La caracterización de fauna vertebrada (aves, mamíferos, anfibios y reptiles) fue realizada por un responsable de campo y un auxiliar durante ocho días de muestreo realizados en el mes

[21] Artículo en la página web del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt

[22] Ibid

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

de septiembre de 2007. El trabajo de campo se basó principalmente en avistamientos, captura de individuos con redes de niebla (aves), búsqueda de individuos en la vegetación (herpetofauna), búsqueda de rastros (principalmente de mamíferos), grabaciones y entrevistas a los habitantes locales. A continuación se describen las actividades realizadas para cada uno de los grupos estudiados.

- **Avifauna**
  - **Captura de aves**

Para capturar las aves de tamaños mediano y pequeño, se ubicaron 4 redes de niebla con dimensiones de 12 m de largo por 2 m de alto, instaladas al nivel del suelo. Las redes fueron instaladas y operadas por dos auxiliares entre las 7:00 y las 12:00 horas, y se revisaron cada 45 minutos, bajo condiciones normales del clima; sólo en caso de lluvias fuertes se cerraron las redes para evitar la mortalidad de individuos (Bibby *et al*. 2000; Ralph *et al*. 1996). Las aves capturadas fueron liberadas de la red y transportadas en bolsas de tela hasta el lugar de procesamiento y toma de datos, donde fueron identificadas según la guía de aves de Colombia (Hilty & Brown 2001 y Weber & Cuadros, 1999), y para la taxonomía se siguió las recomendaciones y lista de chequeo de las aves de Suramérica, SACC (Remsen et al. 2007). A cada individuo se le determinó el sexo, el estado de madurez (juvenil o adulto), el estatus (migratoria o residente) y luego se procedió a la liberación de los ejemplares en los respectivos sitios de captura (Foto 19, 20 y 21).

Foto 19. Marcación de puntos de muestreo

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Foto 20. Instalación de redes de niebla

Foto 21. captura de individuos en las redes de niebla

- **Puntos de conteo**

Se realizaron puntos de conteo, dado que esta metodología permite el registro de especies en sitios con terrenos irregulares y paisajes con hábitat reducidos como cercos vivos, pastizales, potreros, cultivos, asentamientos urbanos, carreteras, senderos, trochas, donde los transectos no son efectivos para el monitoreo (Bibby *et al*. 2000). Se establecieron puntos de conteo cada hora, en los cuales se anotaron las especies registradas visual y auditivamente, número de individuos, estrato de percha (cables, postes, techos, muros, etc.),

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

y tipo de actividad (forrajeo, cortejo, descanso, etc.). Estos conteos se realizaron entre las 6:00 y las 12:00 horas. Las aves registradas fueron identificadas por el especialista siguiendo la guía de las aves de Colombia (Hilty & Brown 2001 y Weber & Cuadros). (Fotos 22 y 23)

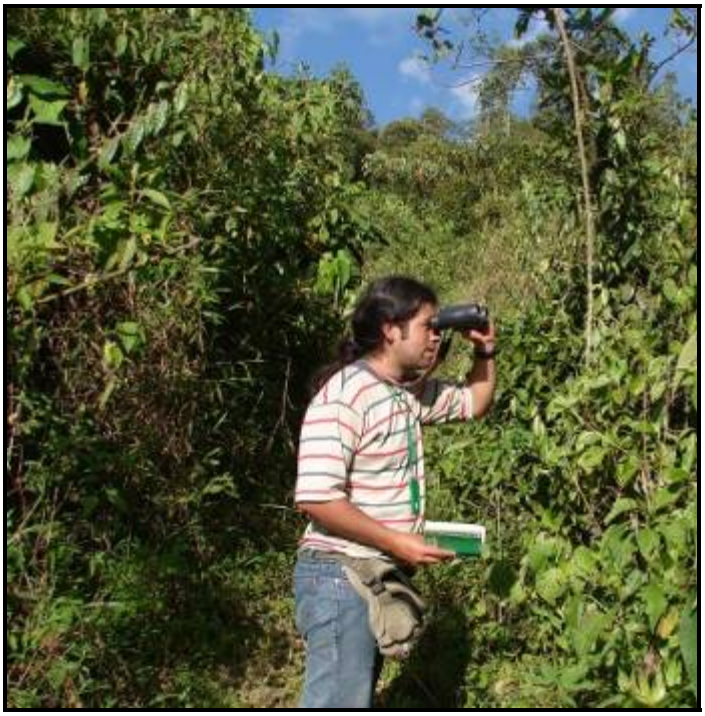


Foto 22. Avistamientos directos

Foto 23. Identificación de especies de avifauna

- **Grabación de sonidos**

En los puntos de conteo y recorridos ocasionales se realizaron grabaciones magnetofónicas de vocalizaciones y cantos de las aves presentes en los sitios de muestreo, con el fin de obtener evidencia física y para posterior identificación de aves difíciles de observar o

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

capturar (Stiles & Rosselli 1998). Cada registro llevó información relevante a la observación, tal como fecha, hora, sitio de muestreo, hábitat, clima y posible especie grabada (Foto 24).

Foto 24. Grabación de cantos de aves

- **Encuestas**

Para complementar los listados, se realizaron encuestas a los pobladores asentados en los alrededores de los sitios de muestreo. Se utilizaron las ilustraciones y descripciones de la guía de las aves de Colombia (Hilty & Brown 2001 y Weber & Cuadros), para confirmar la presencia de las especies en la zona.

La metodología empleada en este estudio combina distintas estrategias: censos visuales y auditivos, redes de niebla y entrevistas, cada una de las cuales aporta elementos complementarios para elaborar no solo un listado de especies, sino una caracterización de las poblaciones del sitio, puesto que los censos permiten cubrir un área extensa registrando numerosas especies, en tanto que las redes de niebla, aunque generan pocas capturas por unidad de tiempo permiten obtener información relevante sobre características morfológicas o ecológicas de las especies (Ralph et al., 1996). Por otra parte, las encuestas realizadas a los habitantes, ayudaron a identificar algunas especies y a determinar los usos que la población hace de la avifauna, ya sea para comercio o para consumo.

- **Mamíferos**

Para el muestreo de mamíferos medianos y grandes se realizaron observaciones directas, por medio de recorridos diurnos y el establecimiento de puntos de observación, y métodos de detección indirecta como encuestas y búsqueda de rastros. Estos métodos han sido utilizados recientemente con notable éxito en inventarios de mamíferos en bosques andinos (Sánchez *et. al*. 2004).

La búsqueda de rastros fue permanente durante todo el muestreo, ya que pudo realizarse a la par con las demás actividades. Consistía en la identificación de cualquier evidencia de la presencia de mamíferos en el área, incluyendo heces, pelos, madrigueras, restos alimenticios o cualquier otro indicio de actividad.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Como parte de la detección indirecta, se realizaron también entrevistas informales a pobladores de la zona, preferiblemente personas mayores de edad y que lleven un tiempo considerable habitándola. Para el reconocimiento de los mamíferos por parte de los pobladores, se utilizó material gráfico con ilustraciones de mamíferos neotropicales (Emmons & Feer 1999, Morales-Jiménez et al. 2004), principalmente mamíferos medianos y grandes, en donde la identificación por caracteres morfológicos externos es posible. Además, se indagó sobre la presencia histórica, hábitos y abundancia de las especies que sean reconocidas por los entrevistados (Foto 25).

Foto 25. Entrevista a los pobladores locales

- **Anfibios y reptiles**

La búsqueda u observación directa es el procedimiento más ampliamente utilizado para los inventarios de herpetofauna (Angulo *et al*. 2006). Este método consistió en la realización de recorridos, registrando la herpetofauna observada. Los muestreos se efectuaron en diferentes horas del ciclo diario. La búsqueda se dio en toda el área, revisando todos los microhábitats posibles como hojarasca, cuerpos de agua (quebradas, charcos), sobre la vegetación en pie, troncos, ramas caídas y todo hábitat potencial para la herpetofauna (Foto 26).

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Foto 26. Búsqueda de herpetofauna en la vegetación

b) Resultados

- **Área de estudio.**

El área estudiada corresponde a una zona de pastizales y rastrojos ubicada en el municipio de Bello, intervenida desde hace aproximadamente 29 años, cuando fueron construidas "las pistas" para la adecuación de un centro de transporte de carga. Adicionalmente en el sector se ha dado una fuerte extracción de arena y piedra que en la actualidad aún se conserva. También se desarrolla una actividad carbonera, que consiste en la elaboración de carbón en hornos artesanales a partir de la madera obtenida en las podas realizadas en la ciudad y de la madera sobrante de la actividad de construcción.

El área puede dividirse en varios sectores: Un primer sector limitado por la quebrada La Seca, zona de rastrojos bajos y medios, con áreas utilizadas para la fabricación de carbón y para el pastoreo de ganado. Los cuerpos de agua existentes corresponden a pequeños charcos temporales o lixiviados que se encuentran altamente contaminados. Dentro de esta área también pudo ubicarse un depósito de chatarras (Fotos 27-30).

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Foto 27. Zona de rastrojos

Foto 28. Hornos artesanales para la fabricación de carbón

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Foto 29. Presencia de ganado en las áreas de pastizales

Foto 30. Charcos temporales presentes en la zona

Un segundo sector delimitado por la quebrada Niquía, donde se encuentran “Las Pistas”, que es un área con menos vegetación, pero que conserva algunos árboles emergentes que permiten una conexión con la zona de rastrojos. A pesar de ser una zona muy transitada, se observó una gran cantidad de especies de avifauna asociada a ella. También se observó que en algunos sitios donde se formaban algunos cuerpos de aguas temporales, las especies aprovechaban este recurso para la obtención de alimento (Fotos 31 y 32).

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Foto 31. Sector de "Las Pistas"

Foto 32. Tórtola Zenaida auriculata en un charco temporal

El tercer sector corresponde a la zona que bordea el río Medellín, donde se encontró una gran concentración de hornos para la fabricación de carbón y pastizales bordeando el río, con presencias de basura en todos sus alrededores (Foto 33).

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Foto 33. Alrededores del río Medellín

Cabe anotar que toda el área de muestreo presenta una gran intervención antrópica, que produce severas consecuencias sobre el ambiente físico, desde la reducción de la heterogeneidad hasta la pérdida de microhábitats. Además tiene efectos directos en la distribución y abundancia de las especies, e indirectos sobre las interacciones entre los organismos (Murcia, 1987). Es por esto que las especies encontradas para cada uno de los grupos: aves, mamíferos, anfibios y reptiles son especies generalistas, muchas de ellas tolerantes a la fragmentación y a la contaminación, que aprovechan cualquier recurso (alimento, refugio) que el área pueda brindarles para realizar sus actividades. En la Tabla 3.21 se presentan las coordenadas de los sitios donde se realizaron capturas de especies de avifauna.

Tabla 3.21. Coordenadas sitios de muestreo

Coordenadas	Altura (msnm)
X: 839.094 Y: 1.193.210	1.401
X: 839.124 Y: 1.193.137	1.414
X: 838.768 Y: 1.192.893	1.432
X: 838.956 Y: 1.193.138	1.437
X: 838.839 Y: 1.173.203	1.448 m

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

- **Aves**
  - Composición taxonómica y riqueza de especies.

Durante el período comprendido entre el 11 y el 20 de septiembre del 2007, se registraron 64 especies de aves pertenecientes a 26 familias (véase Tabla 3.22). Aunque es una época temprana para la llegada de aves migratorias, el listado de especies incluyó tres especies migratorias: *Actitis macularius* (véase Foto 34), *Dendroica petechia* y *Tyrannus savana*. Ninguna de las especies registradas se encuentra listada en el libro rojo de especies amenazadas (Renjifo *et al*. 2002).

Tabla 3.22. Listado de aves registradas durante el muestreo

Familia	Especie	Gremio Trófico	Tipo de evidencia
Accipitridae (águilas y gavilanes)	*Buteo magnirostris*	C	A, V
	Elanus caeruleus	C	A
Ardeidae (garzas)	*Bubulcus ibis*	I	A
Cardinalidae (cardinales, picogordos)	*Saltator striatipectus*	S y F	A, C
	Saltador coerulescens	S y F	A, C
Cathartidae (Cóndores y gallinazos)	*Cathartes aura*	Ca	A
	Coragyps atratus	Ca	A
Charadriidae (pellares, chorlos)	*Vanellus chilensis*	I	A
Columbidae (torcazas, tórtolas)	*Columba livia*	G	A
	Columbina talpacoti	G	A, C
	Zenaida auriculata	G	A, V
Cuculidae (cuclillos, garrapateros, cucos)	*Crotophaga ani*	I	A
	Tapera naevia	I	A, V
Emberizidae (gorriones y copetones)	*Arremonops conirostris*	S	A
	Oryzoborus angolensis	S	A
	Sicalis flaveola	S	A
	Sporophila minuta	S	A, C
	Sporophila nigricollis	S	A, C
	Sporophila schistacea	S	A, C
	Volatinia jacarina	S	A, C
Falconidae (halcones)	*Milvago chimachima*	C	A
Fringillidae (semilleros)	*Carduelis psaltria*	S	A
	Euphonia laniirostris	S	A
Furnariidae (horneros, coluditos, rastrojeros)	*Synallaxis albescens*	I	A, C
Hirundinidae (golondrinas)	*Stelgidopteryx ruficollis*	I	A
	Pygochelidon cyanoleuca	I	A
Icteridae (chamones, oropéndolas, turpiales)	*Icterus chrysater*	F	A, E, V
	Molothrus bonariensis	F	A
*Insertae sedis**	*Coereba flaveola*	F	A, C
	Tiaris olivaceus	F	A, C

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Mimidae (sinsontes)	*Mimus gilvus*	O	E

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Tabla 3.22. Listado de aves registradas durante el muestreo. (Conclusión)

Familia	Especie	Gremio Trófico	Tipo de evidencia
Parulidae (reinitas)	*Basileuterus rufifrons*	I	A, C
	*Dendroica petechia***	I	A
Picidae (carpinteros)	*Chrysoptilus punctigula*	I	A
	Melanerpes formicivorus	I	A
	Melanerpes rubricapillus	I	A
	Piculus rubiginosus	I	A
	Picumnus olivaceus	I	A, C
Psittacidae (loros, guacamayas, pericos)	*Amazona ochrocephala*	S y F	A, V
	Aratinga pertinax	S y F	A, V
	Brotogeris jugularis	S y F	A, V
	Forpus conspicillatus	S y F	A, C
Stringidae (buhos)	*Megascops cholita*	C	E
Scolophacidae (andarríos y corregimos)	*Actitis macularius***	I	A
Tityridae (titiras, cabezones)	*Pachyramphus polychopterus*	I	A
Thamnophilidae (hormigueros arbóreos)	*Thamnophilus multistriatus*	I	A, C, V
Thraupidae (tangaras)	*Thraupis episcopus*	F e I	A, C, V
	Thraupis palmarum	F e I	A
Throchilidae (colibríes)	*Anthracothorax nigricollis*	I y N	A, C
	Amazilia tzacatl	I y N	A
Troglodytidae (cucaracheros)	*Henicorhina leucophrys*	I	A, V
	Troglodytes aedon	I	A, C, V
Turdidae (solitarios, mirlas, zorzales)	*Turdus ignobilis*	O	A
Tyrannidae (atrapamoscas)	*Elaenia flavogaster*	I	A, C, V
	Elaenia frantzi	I	A, C
	Myiozetetes cayanensis	I	A, C, V
	Machetornis rixosus	I	A
	Myiophobus fasciatus	I	A, C, V
	Pitangus sulphuratus	I	A, C
	Pyrocephalus rubinus	I	A, C
	Sayornis nigricans	I	A
	Todirostrum cinereum	I	A, C
	Tyrannus melancholicus	I	A
	*Tyrannus savanna***	I	A

Convenciones: A: avistamiento, C: captura, E: entrevista, V: vocalización

Gremios tróficos: C: carnívoro, Ca: carroñero, F: frugívoro, F e I: frugívoro e insectívoro, G: granívoro, I: Insectívoro, I y N: insectívoro y nectarívoro, O: omnívoro, S: semillero, S y F: semillero y frugívoro

* ***Insertae sedis***: significa sin afinidad o se desconoce parentesco con la familia Thraupidae.

La tabla anterior sigue la taxonomía de Remsen, 2007.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

** Migratorios

Foto 34. *Actitis macularius* en búsqueda de alimento en un charco temporal

Las familias que registraron un mayor número de especies fueron: Tyrannidae con 11 especies (17%), Emberizidae con 7 especies (11%), Picidae con 5 especies (8%), Psittacidae con 4 especies (6%). Dentro de las familias restantes se observaron principalmente una o dos especies (véase Figura 3.24).

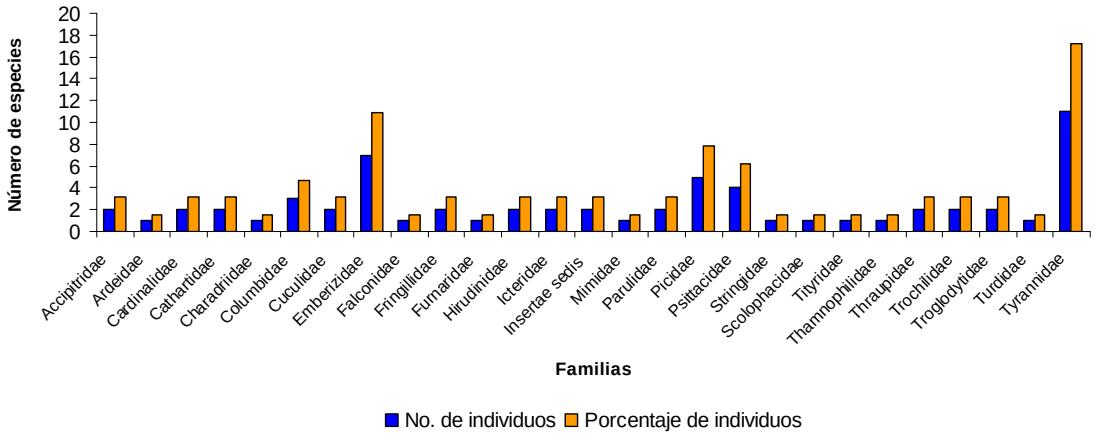


Figura 3.24. Distribución de las familias de avifauna presentes en el área de estudio.

Es importante resaltar que la avifauna presente en el área de estudio, al igual que en zonas con intervención antrópica, se compone de un conjunto de especies generalistas de amplia distribución y un pequeño grupo de aves silvícolas dependientes de parches de vegetación (Naranjo 1992), tal como lo indica la dominancia de algunos grupos de aves de “campos abiertos” como los Tyrannidae, Emberizidae y Thraupidae (Naranjo y Estela 1999).

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

- **Especies de aves capturadas**

Dentro del muestreo con redes de niebla se capturaron 63 individuos, correspondientes a 24 especies (véase Tabla 3.23); la mayoría de ellas corresponden a especies generalistas y que son observadas en todo el Valle de Aburrá que soportan un ambiente completamente urbanizado y también aprovechan todos los corredores verdes de la ciudad para alimentarse, conseguir refugio y anidar. El área de estudio en particular, aunque es utilizada principalmente para la fabricación de carbón, ofrece zonas de pastizal y rastrojos donde las aves pueden realizar sus actividades.

Tabla 3.23. Especies de aves capturadas durante las labores de muestreo

Especie	Registro de capturas
Saltator striatipectus	1 individuo juvenil y 4 adultos
Saltador coerulescens	6 individuos adultos
Columbina talpacoti	1 hembra adulta
Sporophila minuta	1 individuo adulto
Sporophila nigricollis	6 hembras y 1 macho adultos
Sporophila schistacea	2 machos adultos
Volatinia jacarina	1 macho adulto
Synallaxis albescens	2 individuos adultos
Coereba flaveola	1 individuo adulto
Tiaris olivaceus	2 machos juveniles
Basileuterus rufifrons	1 individuo juvenil y 2 adultos
Picumnus olivaceus	1 individuo adulto
Forpus conspicillatus	2 machos adultos, 1 macho juvenil y 4 hembras adultas
Thamnophilus multistriatus	1 macho adulto
Thraupis episcopus	2 individuos juveniles
Anthracothorax nigricollis	1 macho adulto
Troglodytes aedon	3 individuos adultos
Elaenia flavogaster	1 individuo juvenil y 2 adultos
Elaenia frantzi	1 individuo adulto
Myiophobus fasciatus	7 individuos adultos, 1 individuo juvenil
Pitangus sulphuratus	2 individuos adultos
Pyrocephalus rubinus	1 hembra juvenil
Todirostrum cinereum	1 individuo adulto
Myiozetetes cayanensis	1 individuo adulto

A pesar de que la mayoría de los individuos capturados eran adultos, no se observó durante el muestreo indicios de anidación para ninguna especie, probablemente por ser una época cercana a la temporada de lluvias (octubre- noviembre). Por otro lado no se realizó ninguna captura de especies migratorias, a diferencia del estudio de línea base realizado en el 2003[23], donde se reportaron 9 especies migratorias.

[23] Alberto Valencia Monsalve. Línea base ambiental del entorno de la futura planta de tratamiento de aguas residuales del norte en Bello, 2003

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Las dos especies de Saltador, el semillero Sporophila nigricollis, el periquito Forpus conspicillatus y el atrapamoscas Myiophobus fasciatus fueron las especies que más capturas de individuos presentaron (Fotos 35-39).

Foto 35. Saltador *striatipectus*

Foto 36. Saltador *coerulescens*

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Foto 37. *Sporophila nigricollis*

Foto 38. *Forpus conspicillatus*

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Foto 39. *Myiophobus fasciatus*

- **Curva de acumulación**

En general, la curva de acumulación de especies para esta zona, presenta una tendencia asintótica hacia el final del muestreo (equivalentes a aproximadamente 35-40 horas de esfuerzo de muestreo. Como se puede observar en la Figura 3.25, el esfuerzo de muestreo acumulado durante los ocho días de campo contiene la gran mayoría de las especies de avifauna de la zona (64 especies). Sin embargo, este muestreo no incluye el de las especies migratorias que están llegando al Valle de Aburrá en los meses de octubre o noviembre.

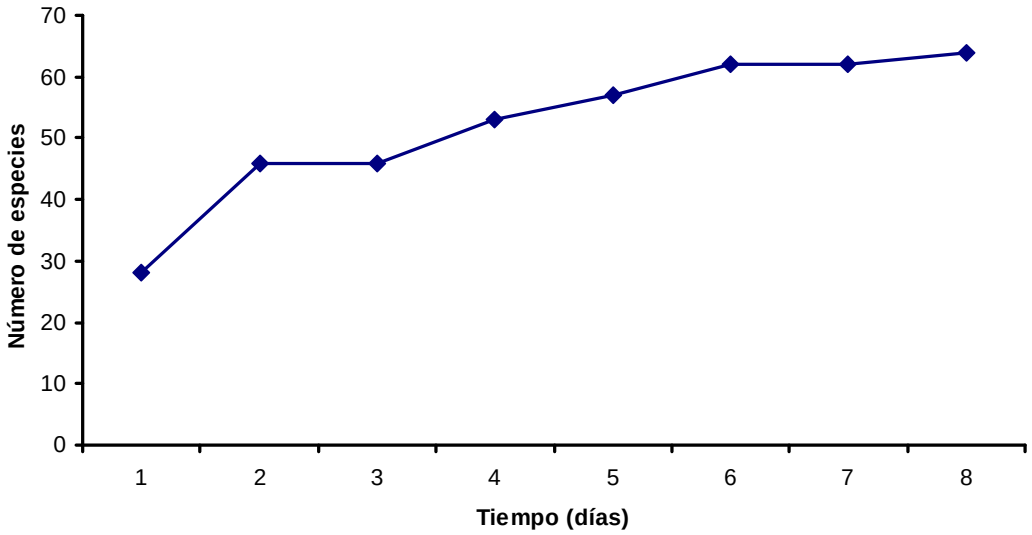


Figura 3.25. Curva de acumulación de especies de avifauna

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

- **Gremios tróficos**

El amplio conocimiento que se tiene sobre las aves ha permitido determinar su tipo de alimentación y sus estrategias de forrajeo. Con base en tal información, las diferentes especies que se encuentran en un sitio específico pueden agruparse en gremios tróficos (véase Tabla 3.22 y Figura 3.26). Un gremio trófico es un grupo de especies que explotan un recurso alimenticio de la misma manera (Willis, 1979).

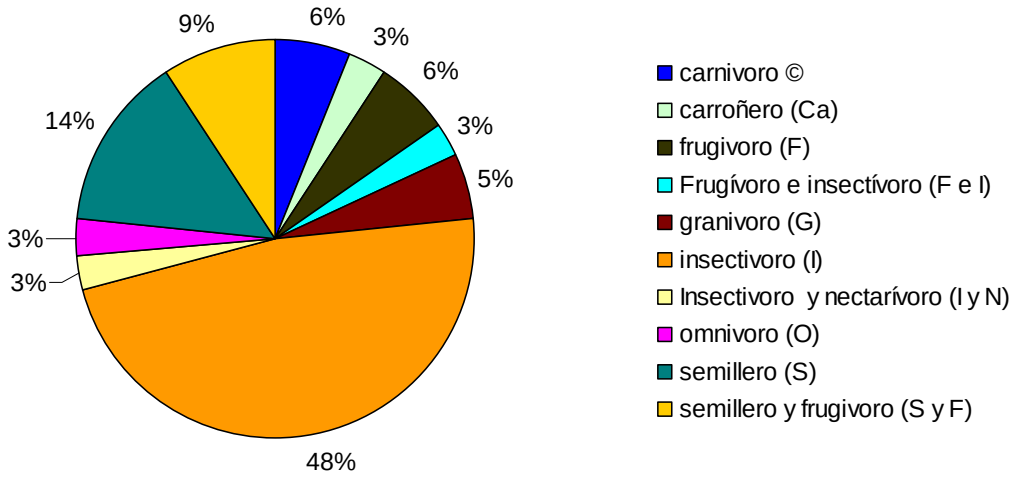


Figura 3.26. Gremios tróficos presentes para la avifauna en el área de estudio

Estos datos pueden ser útiles para determinar cómo cambia la composición de la avifauna respecto a la variación de los recursos alimenticios (Loiselle y Blake, 1992). Entre los diversos gremios tróficos presentes para las aves encontradas en el área de estudio (10 gremios), los semilleros y frugívoros tienen la mayor diversidad de especies (48%), un tipo de alimento que se observa particularmente abundante en zonas de alta intervención. Estos resultados ratifican el hecho de que las especies presentes en el área corresponden a especies generalistas y oportunistas, que aprovechan los recursos disponibles en la zona como insectos, semillas y frutos que brinda esta zona de pastizales y rastrojos.

– **Mamíferos**

- **Composición de especies**.

Se registraron 12 especies pertenecientes a 10 familias, registros basados principalmente en entrevistas y revisión bibliográfica. Solamente se realizó un avistamiento de la ardilla común *Sciurus granatensis*, y a pesar de haberse realizado recorridos principalmente cerca de las quebradas La Seca, La Niquía y en la ribera del río, no se pudo encontrar ninguna evidencia de huellas, heces o pelos de ninguna especie de mamífero. Sin embargo, la información recogida en las entrevistas fue corroborada con la literatura (Emmons & Feer 1999, Morales-

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Jiménez *et al*. 2004) y con el trabajo de línea base realizado en el 2003[24] en la zona (véase Tabla 3.24).

Tabla 3.24. Mamíferos presentes en el área de estudio

Familia	Especie	Nombre común	Gremio Trófico	Tipo de evidencia
Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Chucha gallinera	O	E
Canidae	*Cerdocyon thous*	Perro lobo	C	E
Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo común	O	E
Leporidae	*Sylvilagusbrasiliensis*	Conejo silvestre	H	E
Molossidae	*Molossus molossus*	Murciélago	I	R.B
Muridae	*Mus musculus*	Ratón común	O	E
	Rattus rattus	Rata negra	O	E
Mustelidae	*Mustela frenata*	Comadreja	C	E
Phyllostomidae	*Artibeus lituratus*	Murciélago	F e I	R.B
	Carollia perspicillata	Murciélago	F e I	R.B
Sciuridae	*Sciurus granatensis*	Ardilla colorada	S y F	A, E
Vespertilionidae	*Myotis* sp.	Murciélago	I	R.B

Convenciones: A: Avistamientos; C: Captura; E: entrevistas, R.B: revisión bibliográfica
Gremios tróficos: C: Carnívoro, F e I: frugívoro e insectívoro, H: Herbívoro, I: insectívoro, O: Omnívoro, S y F: semillero y frugívoro

Debido a que no existían condiciones de orden público propicias, no se pudo realizar ningún trabajo nocturno para obtener información sobre las especies de murciélagos presentes. Vale la pena anotar que en el listado de los reportes realizados en el trabajo de línea base del 2003, se reportan los murciélagos *Artibeus lituratus*, *Carollia perspicillata*, *Molossus molossus* y *Myotis sp*., especies importantes como controladores biológicos (consumidores de insectos) y como polinizadores y dispersores de semillas.

Ninguna de las especies reportadas aparece listada en el libro rojo de los mamíferos de Colombia (Rodríguez- M *et al*. 2006). Por el contrario, las especies encontradas son de fácil adaptación a ambientes perturbados e incluso especies como *Mus musculus* y *Ratus ratus* son consideradas especies plagas.

- **Gremios tróficos**

Aunque solamente se reportaron 12 especies para la zona, se encontraron 7 gremios tróficos para las especies presentes (véase Tabla 3.24 y Figura 3.27). Los mamíferos presentes en el área presentan principalmente una dieta omnívora (33%) es decir, aprovechan cualquier recurso disponible en el área. Las especies frugívoras/insectívoras, carnívoras e insectívoras estuvieron representadas en un 17% y los semilleros/frugívoros y los herbívoros presentaron la menor densidad (8%) de las especies. Es de resaltar que el papel de cada una de estas

[24] Ibid

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

especies en el ecosistema es importante y esencial en el mantenimiento y la regulación de las especies de fauna y flora presentes.

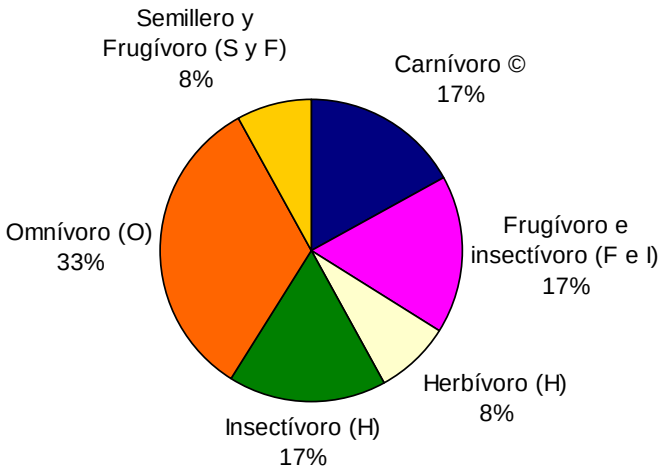


Figura 3.27. Gremios tróficos presentes para los mamíferos en el área de estudio

- **Anfibios y Reptiles**
  - **Composición de especies**.

Se registraron 12 especies de herpetofauna pertenecientes a 9 familias, basados en avistamientos, entrevistas y revisión bibliográfica: Base de datos del Museo Herpetológico de Antioquia de la Universidad de Antioquia (MHUA), el libro de anfibios y reptiles de Antioquia (Páez *et al*. 2002) y Anfibios y reptiles del Valle de Aburrá (Palacio et al. 2007). Únicamente se tuvieron en cuenta las especies registradas en zonas cercanas al área de estudio (véase Tabla 3.25).

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Tabla 3.25. Especies de anfibios y reptiles para el área de estudio

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Gremio trófico	Tipo de evidencia
Anura	Brachycephalidae	*Eleutherodactylus taeniatus*	Rana	I	R.B
		Eleutherodactylus sp	Rana	I	R.B
	Bufonidae	*Chaunus marinus*	Sapo común	I	R.B, huevos
Squamata (sauria)	Gymnophthalmidae	*Cercosaura vertebralis*	Lagartija	I	R.B
	Guekkonidae	*Gonatodes albogularis*	Lagartija	I	R.B, E
		Hemidactylus brookii	Gecko	I	R.B, E
	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana	H	R.B, E
	Polychrotidae	*Norops mariarum*	Lagartija	I	R.B
	Scincidae	*Mabuya mabouya*	Lisa	I	R.B
	Teiidae	*Ameiva ameiva*	Lagartija	I	R.B, A
Squamata (serpentes)	Colubridae	*Mastigodryas boddaerti*	Yarumá	C	R.B
		Sibon nebulatus	Cazadora	C	RB

Convenciones: A: Avistamientos; C: Captura; E: entrevistas, huevos, R.B: Revisión Bibliográfica; V: vocalizaciones.
Gremios tróficos: C: carnívoro, H: herbívoro, I: insectívoro

Durante el trabajo de campo solo se avistaron dos especies: la lagartija *Ameiva ameiva* principalmente en los rastrojos y la postura (huevos), y sobre un charco temporal del sapo común *Chaunus marinus* (Fotos 40 y 41).

Foto 40. Postura de *Chaunus marinus* sobre un charco temporal

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Foto 41. Postura de *Chaunus marinus*

Ninguna de estas especies se encuentra dentro de alguna categoría de amenaza según el libro rojo de anfibios y reptiles de Colombia (Rueda-Almonacid et al. 2004 y Castaño-Mora 2004). Debido al bajo número de avistamientos y capturas realizadas, no pudo realizarse ningún análisis estadístico para este grupo. Es importante señalar que tanto las especies de anfibios como de reptiles son muy susceptibles a los cambios en el hábitat y en general la zona de estudio presenta una alta intervención antrópica (pérdida de cobertura vegetal, contaminación de los cuerpos de agua con desechos domésticos y presencia de basuras entre otros).

- **Gremios tróficos**

Como se observa en la Tabla 3.25 y la Figura 3.28, el 75% de los anfibios y reptiles encontrados fueron insectívoros, el 17% carnívoros, y el 8% herbívoros. Todos los gremios encontrados son importantes, claves en los ecosistemas, ya que representan un importante eslabón en la cadena trófica; los insectívoros por ejemplo, ejercen un control con respecto a diversos artrópodos y en especial insectos que, por su proliferación, pueden llegar a ser plagas. Mientras que las serpientes, contribuyen al mantenimiento del equilibrio ecológico, controlando principalmente la población de roedores y evitando que se conviertan en plagas e invadan cultivos. Por otro lado los herbívoros son importantes dispersores de semillas. En general, su papel como reguladores es fundamental y en caso de ausencia de alguna especie se generaría una alteración en la comunidad.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

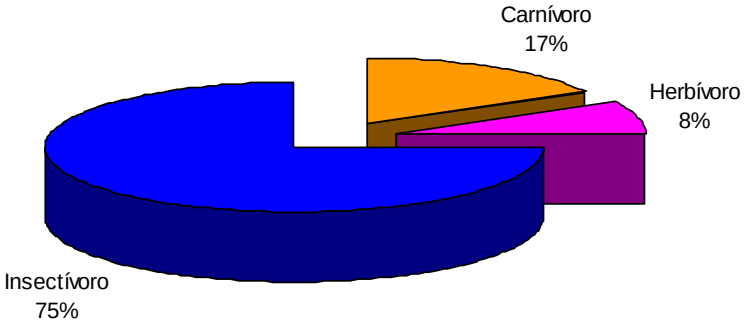


Figura 3.28. Gremios tróficos para la herpetofauna (anfibios y reptiles) encontrados en el área de estudio

c) Comparación con el estudio de línea base (2003) [25]

Al igual que el estudio de línea base, el mayor número de especies fue encontrado para la avifauna(véase Tabla 3.26). Las aves constituyen el grupo faunístico mayormente representado con respecto a los otros vertebrados estudiados, herpetofauna y mamíferos. Ambos estudios se basaron en avistamientos directos y captura en redes de niebla. No es claro si en el estudio anterior también se tuvo en cuenta las encuestas a los pobladores locales.

Tabla 3.26. Resumen de especies registradas en el anterior y en el presente estudio

	Estudio previo (2003)	**Presente estudio (2007)**
Especies de avifauna reportadas	21 familias, 61 especies	26 familias, 64 especies
Aves migratorias reportadas	9 especies	3 especies
Especies de aves capturadas	15 especies, 15 individuos	24 especies, 63 individuos
Especies de mamíferos reportadas	7 familias, 8 especies	10 familias, 12 especies*
Especies de herpetofauna reportadas	3 familias, 3 especies	9 familias, 12 especies
Especies de fauna listadas en los libros rojos	0 especies	0 especies

* incluyendo los murciélagos reportados en el estudio de línea base (2003)

Como el grupo de las aves fue el que mayor diferencias presentó, la Tabla 3.27 ilustra las especies que se identificaron en cada uno de los estudios realizados. Se presentan en común 45 especies para ambos estudios y 16 especies diferentes en el 2003 y 19 especies diferentes en el 2007.

[25] Alberto Valencia Monsalve. Línea base ambiental del entorno de la futura planta de tratamiento de aguas residuales del norte en Bello, 2003

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Tabla 3.27. Listado de aves registradas durante el estudio de línea base (2003) y el presente estudio (2007).

Familia	Especie	2003	2007
Accipitridae (águilas y gavilanes)	*Buteo magnirostris*	X	X
	Elanus caeruleus		X
	Elanus leucurus	X	
	*Buteo platypterus**	X	
	Gamsonyx swainsonii	X	
Ardeidae (garzas)	*Bubulcus ibis*		X
	Butorides striata	X	
Cardinalidae (cardinales, picogordos)	*Saltador striatipectus*	X	X
	Saltador coerulescens	X	X
	*Piranga rubra**	X	
	*Piranga olivacea**	X	
Cathartidae (Cóndores y gallinazos)	*Cathartes aura*	X	X
	Coragyps atratus	X	X
Charadriidae (pellares, chorlos)	*Vanellus chilensis*	X	X
Columbidae (torcazas, tórtolas)	*Columba livia*		X
	Columbina talpacoti	X	X
	Zenaida auriculata	X	X
Cuculidae (cuclillos, garrapateros, cucos)	*Crotophaga ani*	X	X
	Tapera naevia	X	X
Emberizidae (gorriones y copetones)	*Arremonops conirostris*		X
	Oryzoborus angolensis		X
	Sicalis flaveola	X	X
	Sporophila minuta	X	X
	Sporophila nigricollis	X	X
	Sporophila schistacea		X
	Volatinia jacarina	X	X
	Zonotrichia capensis	X	
Falconidae (halcones)	*Milvago chimachima*	X	X
Fringillidae (semilleros)	*Carduelis psaltria*	X	X
	Euphonia laniirostris	X	X
Furnariidae (horneros, coluditos, rastrojeros)	*Synallaxis albescens*	X	X
	Synallaxis brachyura	X	
Hirundinidae (golondrinas)	*Stelgidopteryx ruficollis*	X	
	Pygochelidon	X	X
	cyanoleuca		X
Icteridae (chamones, oropéndolas, turpiales)	*Icterus chrysater*		X
	Molothrus bonariensis	X	X
*Insertae sedis**	*Coereba flaveola*	X	X
	Tiaris olivaceus	X	X
Mimidae (sinsontes)	*Mimus gilvus*		X

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Tabla 3.27. Listado de aves registradas durante el estudio de línea base (2003) y el presente estudio (2007). (Continuación)

Familia	*Especie*	2003	2007
Parulidae (reinitas)	*Basileuterus rufifrons*		X
	*Dendroica petechia**	X	X
	*Oporornis Philadelphia**	X	
	*Protonotaria citrea**	X	
	*Seiurus noveboracensis**	X	
Picidae (carpinteros)	*Chrysoptilus punctigula*	X	X
	Melanerpes formicivorus		X
	Melanerpes rubricapillus	X	X
	Piculus rubiginosus		X
	Picumnus olivaceus	X	X
Psittacidae (loros, guacamayas, pericos)	*Amazona ochrocephala*		X
	Aratinga pertinax	X	X
	Brotogeris jugularis		X
	Forpus conspicillatus	X	X
Stringidae (buhos)	*Megascops cholita*		X
Scolophacidae (andarríos y corregimos)	*Actitis macularius**		X
	*Tringa solitaria**	X	
	*Tringa flavipes**	X	
Tityridae (titiras, cabezones)	*Pachyramphus polychopterus*		X
Thamnophilidae (hormigueros arbóreos)	*Thamnophilus multistriatus*	X	X
Thraupidae (tangaras)	*Thraupis episcopus*	X	X
	Thraupis palmarum	X	X
	Tangara vitriolina	X	
Throchilidae (colibríes)	*Anthracothorax nigricollis*	X	X
	Amazilia tzacatl	X	X
	Amazilia saucerrottei	X	
	Chlorostilbon mellisugus	X	
Troglodytidae (cucaracheros)	*Henicorhina leucophrys*		X
	Troglodytes aedon	X	X
Turdidae (solitarios, mirlas, zorzales)	*Turdus ignobilis*	X	X
Tyrannidae (atrapamoscas)	*Elaenia flavogaster*	X	X
	Elaenia frantzi		X
	Myiozetetes cayanensis	X	X
	Machetornis rixosus	X	X
	Myiophobus fasciatus		X
	Pitangus sulphuratus	X	X
	Pyrocephalus rubinus	X	X
	Sayornis nigricans	X	X
	Todirostrum cinereum	X	X
	Tyrannus melancholicus	X	X
	*Tyrannus savanna**	X	X

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

* Especies migratorias

Se observa con respecto al muestreo del 2003, que el pinche común *Zonotrichia capensis*, no fue observado durante el muestreo del 2007. Los nidos de esta especie se han observado parasitados por el chamón común *Molothrus bonariensis* (Weber y Cuadros, 1999), especie que sí fue observada en forma abundante en las zonas de pastizal del área de estudio.

d) Conclusiones

- Se registraron en total 64 especies de aves, pertenecientes a 26 familias; el listado de especies incluyó 3 especies migratorias. La mayoría de los registros fueron determinados mediante avistamientos directos dentro del área de estudio y se capturaron 24 especies; los registros indirectos (vocalizaciones y entrevistas) pudieron complementar eficazmente este listado.
- Las familias de aves que registraron un mayor número de especies fueron: Tyrannidae con 11 especies (17%), Emberizidae con 7 especies (11%), Picidae con 5 especies (8%), Psittacidae con 4 especies (6%). Dentro de las familias restantes se observaron principalmente una o dos especies.
- Al igual que el estudio de línea base realizada en el 2003, el mayor número de especies fue encontrado para la avifauna, que constituye el grupo faunístico mayormente representado con respecto a los otros vertebrados estudiados (herpetofauna y mamíferos), y pueden considerarse así mismo como el que mejor refleja las condiciones de intervención del paisaje. La mayor parte tiene un amplio rango de hábitat dentro del área, y en un porcentaje elevado corresponde a invasoras de áreas taladas. Son, además, mayoritariamente insectívoras, un tipo de alimento que se observa particularmente abundante en zonas de alta intervención.
- La comunidad de mamíferos de la zona estuvo representada por 12 especies pertenecientes a 10 familias. La mayoría de los registros fueron obtenidos a partir de entrevistas a los habitantes locales corroborados con la información bibliográfica.
- Se registraron 12 especies de herpetofauna, pertenecientes a 9 familias, basado en avistamientos, entrevistas y revisión bibliográfica. Las especies encontradas son principalmente especies tolerantes a sitios abiertos y perturbados. Las fuentes de agua presentes en la zona se hallaron muy contaminadas, por lo que no pudo realizarse ningún avistamiento de anfibios.
- No se encontró ninguna especie listada en los libros rojos de especies amenazadas, por el contrario las especies encontradas son principalmente generalistas y de fácil adaptación a las condiciones impuestas por el ambiente, que aprovechan las pocas zonas verdes y corredores de vegetación para sus desplazamientos en busca de alimento, refugio y sitios de anidación.

e) Recomendaciones

- La capacidad de los organismos de moverse a través del paisaje se denomina conectividad y es un factor importante para el mantenimiento de las especies en hábitats fragmentados (Renjifo, 1999). Tomando esto en consideración, es importante entonces conservar unos corredores de vegetación y zonas arboladas en la matriz

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

urbana, con el fin de favorecer la conectividad, la heterogeneidad de hábitats y amortiguar los efectos negativos de la urbanización sobre la fauna.

- Conocer la composición, estructura y funcionamiento de la diversidad es un requisito indispensable para propiciar su conservación y uso sostenible. Sobre esta base, las herramientas como inventarios y monitoreos deben ir ligados con proyectos de investigación con especies particulares, que permitan conocer más sobre aspectos ecológicos, en particular sobre sus fluctuaciones estacionales, pues son las bases para establecer las tendencias poblacionales de algunas especies de vertebrados y poder determinar si está ocurriendo algún proceso de declinación a nivel local.
- Se requiere enfatizar en el componente educativo, para lograr crear una mayor conciencia sobre el valor de la vida silvestre entre los pobladores locales y disminuir la presión que se ejerce sobre ella.

3.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO

3.4.1 Contexto Regional

- **Generalidades**

La configuración metropolitana del Valle de Aburrá responde en su estructura espacial y forma de crecimiento urbano a una condición polinuclear, con un núcleo dominante constituido por la ciudad de Medellín, y un crecimiento lineal concentrado a lo largo del río Medellín, el cual constituye el principal referente estructurante de este extenso territorio. El otro eje articulador está constituido por la vía central que une a Medellín con los cinco municipios del sur (Envigado, Sabaneta, Itaguíi, La Estrella y Caldas), y cuatro en el norte (Bello, Copacabana, Girardota y Barbosa).

Un patrón similar ha tenido lugar en los municipios de Bello y Copacabana particularmente, con algunas variaciones en el último, donde el estrechamiento del valle de Aburrá empieza a limitar la ocupación de las terrazas aluviales del río Medellín, siendo necesario una distribución de la población hacia las vertientes. En la Tabla 3.28 y la Tabla 3.29 se observan las características generales de estos dos municipios.

Tabla 3.28. Generalidades municipios de Bello y Copacabana

Municipio	Año Fundación	Extensión (Km^2)	C/tos	Veredas	Altura (msnm)	°C	Distancia a Medellín
Bello	1676	142,3	1	15	1 450	22	10
Copacabana	1615	70	0	15	1 425	23	18

Fuente: Planes de Ordenamiento Territorial, Planes de Desarrollo y Anuarios estadísticos de Bello y Copacabana

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Tabla 3.29. Generalidades geográficas municipios de Bello y Copacabana

Municipio	Coordenadas Geográficas		Límites			
	Lat N	Long W	N	S	E	W
Bello	6° 20 ' 21"	75° 33' 48"	San Pedro	Medellín	Copacabana	San Jerónimo
Copacabana	6° 20 ' 38"	75° 30' 48''	San Pedro	Guarne, Medellín	Girardota	Bello

Fuente: Planes de Ordenamiento Territorial, Planes de Desarrollo y Anuarios estadísticos de Bello y Copacabana

Administrativamente Bello está conformada por una zona urbana de 19,7 km^2 de extensión, dividida en 10 Comunas y 82 barrios (véase Tabla 3.30), y una zona rural de 122.6 km^2, que incluye 15 veredas y 1 corregimiento, San Félix, localizado sobre la carretera que conduce al municipio de San Pedro. Las veredas son El Carmelo, La Palma, Sabanalarga, Ovejas, La Unión, Granizal, Tierradentro, Potrerito, La China, Cuartas, El Tambo, Cerezales, Hato viejo, Primavera, y Guasimalito.

Tabla 3.30. División administrativa del municipio de Bello. (Área Urbana)

Comuna	Barrios	Comuna	Barrios
1. París	Barrio Nuevo	6. Bellavista	Bellavista
	El Cafetal		El Ducado
	Jose Antonio Galán		La Aldea
	La Esmeralda		La Selva
	La Maruchenga		Los Alpes
	La Pradera		Pachelly
	Los Sauces		Playa rica
	Paris		San Gabriel
	Salvador Allende		San Martin
2. La Madera	Cabaña		Villas del Sol
	Cabañita		Marco Tulio Henao
	La Florida	7. Altos de Niquía	Altos de Niquia
	La Gran Avenida		El Mirador
	Madera		Niquia Bifamiliares
	San José Obrero		Quitasol
3. Santa Ana	Salento	8. Niquía	Ciudad Niquia
	Santa Ana		Ciudadela del norte
	Serramonte		Guasimalito
	Villas de Occidente		Hermosa Provincia

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Tabla 3.30. División administrativa del municipio de Bello. (Área Urbana). (Continuación)

Comuna	Barrios	Comuna	Barrios
4. Suárez	Andalucía		Navarra
	Central		Panamericano
	Centro		Terranova
	Congolo	9. Fontidueño	Alcalá
	El Cairo		Cinco Estrellas
	El Rosario		Fontidueño
	Espíritu Santo		La Camila
	Estación		Las Vegas
	Las Granjas	10. Acevedo	Acevedo
	Manchester		Alpes del Norte
	Mesa		Belvedere
	Milagrosa		El Pinal
	Nazareth		La Gabriela
	Pérez		Santa Rita
	Prado		Zamora
	Puerto Bello		
	Rincón Santo		
	Suárez		
5. La Cumbre	AltaVista		
	Briceño		
	Buenos aires		
	Carmelo		
	La Primavera		
	Paraíso		
	Porvenir		
	Riachuelos		
	Trapiche Valadares		
	Urapanes		
	Villa María		
	Villa María		

En contraste con esta situación, la cabecera de Copacabana dividida en 24 barrios comprende apenas 4 km^2 de su territorio, mientras que su zona rural alcanza una extensión de 66 km^2, con 15 veredas tal como se observa en la Tabla 3.31.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Tabla 3.31. División administrativa del municipio de Copacabana

Barrios cabecera	Barrios cabecera	Área rural
San Juan	La Asunción	Alvarado
La Maria	La Azulita	El Noral
Tablazo Canoas	Corredor de actividad Zona Múltiple	Peñolcito
Mojón	El Porvenir	Ancón 1
Fátima	El Pedregal	El Salado
La Pedrera	El Remanso	Quebrada Arriba
San Francisco	La Misericordia	Cabuyal
Miraflores	Machado	Granizal
Cristo Rey	Villanueva	Sabaneta
El Recreo		El Convento
El Obrero		La Veta
Centro Simón Bolívar		Fontidueño
Tobón Quintero		Montañita
Yarumito		Zarzal-Curazao
Las Vegas		Zarzal -La luz

Fuente: Atlas veredal de Antioquia. 2004, y Revisión PBOT-2006

Si bien el proyecto se desarrollará en el municipio de Bello, sobre la margen izquierda del río Medellín, en territorio de la comuna 8 – Niquía-, y más concretamente en terrenos de la Zona Industrial No. 3, que de manera directa compromete el barrio Navarra, también se verán afectados la comuna 9 -Fontidueño- del municipio de Bello, y el barrio Machado de Copacabana, localizados sobre la margen derecha del río Medellín.

- **Demografía**

a) Distribución y densidad de la población

Los municipios de Bello y Copacabana hacen parte del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, a la cual pertenecen también los municipios de Barbosa, Girardota, Medellín, Sabaneta, Itagüí, La Estrella y Caldas. Envigado, aunque no pertenece al Área, se encuentra en el Valle de Aburrá, conurbado con el resto de municipios.

De acuerdo con los resultados del censo 2005, la población total estimada del Valle de Aburrá es de 3.306.490 habitantes, con una alta concentración en el área urbana (94,5%). De acuerdo con esta misma fuente, la población total estimada de Bello y Copacabana, es de 432.825 habitantes que corresponden al 13,1% del total de población de los 10 municipios que se encuentra en el Valle de Aburrá, con altas proporciones en el área urbana (96.4% y 86.3% respectivamente), como se puede observar en la Tabla 3.32.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Tabla 3.32. Distribución de la Población en el área Metropolitana.

	Total	Cabecera	%	Resto	%	Nivel de Participación
Valle de Aburrá	3.306.490	3.125.675	94,5	180.815	5,5	
Medellín	2.216.830	2.178.017	98,2	38.813	1,8	67,0
Demás municipios	656.835	536.690	81.1	120145	18,3	19,9
Bello	371.591	358.139	96,4	13.452	3,6	11,2
Copacabana	61.234	52.829	86,3	8.405	13,7	1,9
	432.825	410.968		21.857		13,1

Fuente: Censo DANE, 2005. Población conciliada a Junio 30 de 2005 y distribuido el 22 de Mayo de 2007

La Figura 3.29 ilustra las proporciones que los municipios aportan al contexto de la actual ocupación y distribución de la población en el Valle, donde se muestra que Medellín concentra el mayor número de población del departamento, y establece un sesgo importante en cualquier análisis demográfico de la zona.

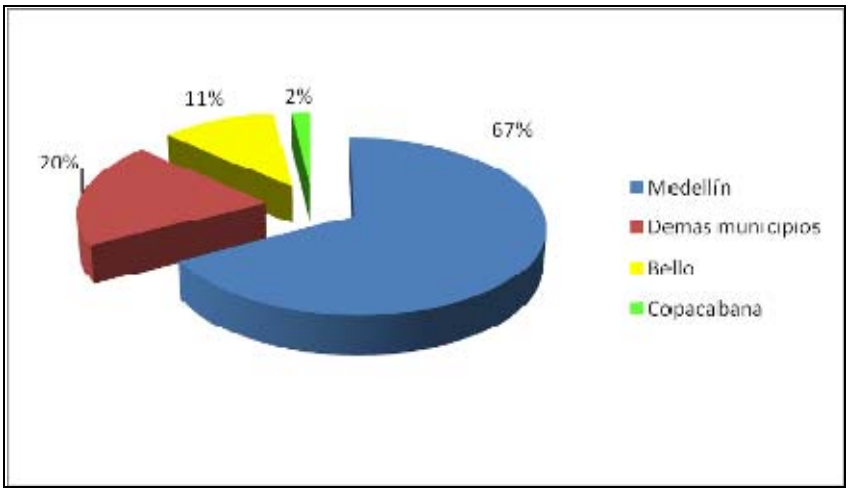


Figura 3.29. Nivel de participación dentro del total de población del área metropolitana

Por su extensión territorial, podría decirse que Bello y Copacabana son municipios rurales; sin embargo, por las facilidades de acceso a la oferta de consumo y servicios, la población se concentra principalmente en las zonas urbanas, como en los demás municipios del Valle.

En el caso concreto de Copacabana, y en relación con Bello, se presenta una mayor vocación campestre, con buena proporción de pequeña propiedad y minifundio, lo que se traduce en un mayor nivel de ocupación de la zona rural; Bello por su parte, con un territorio de mayor extensión, y más altas pendientes, no presenta características con las mismas potencialidades que favorezcan la ocupación por fuera de la zona urbana. De esta situación

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

dan cuenta los valores de densidad rural y urbana observados en la Tabla 3.33, con altas concentraciones de población, que en el caso de Bello alcanzan valores de densidad de 18.179,6 hab/km^2 en la cabecera.

Tabla 3.33. Densidad de la población en los municipios de Bello y Copacabana

Municipio	Cabecera	Extensión (km^2)	Resto	Extensión (km^2)	Densidad Urbana	Densidad Rural
Copacabana	52.829	4	8,405	66	13,207.3	127.3
Bello	358.139	19.7	13,452	122.6	18,179.6	109.7

De acuerdo con la información del Censo de 2005, el municipio de Bello tenía una población de 358.139 habitantes en la cabecera municipal, de los cuales cerca del 50% del total habitaban las comunas 4, 7 y 8 (Suárez, Altos de Niquía y Niquía respectivamente) (véase Tabla 3.34). Esta situación se traduce en altas densidades de ocupación

Tabla 3.34. Distribución y densidad de la población por Comunas. Municipio de Bello (2005)

Comunas y sectores	Población	%	Extensión (Ha)	Densidad (Hab/ha)
1-París	47356	12,87	87,73	539,79
2-La Madera	31255	8,50	153,61	203,47
3-Santa Ana	10869	2,95	45,21	240,41
4-Suárez	66842	18,17	162,28	411,89
5-La Cumbre	33836	9,20	99,78	339,11
6-Bellavista	40499	11,01	89,42	452,91
7-Altos de Niquía	48201	13,10	121,98	395,15
8-Niquía	51518	14,00	130,6	394,47
9-Fontidueño	13999	3,80	47,22	296,46
10-Acevedo	22928	6,23	105,14	218,07
Otros Sectores	610	0,17	357,96	1,70

Fuente: Anuario Estadístico de Bello, 2004. Base de datos SISBEN 2005, Censo 2005 y Población del Régimen subsidiado, Hospital d Zamora 2005.

A pesar de que no existe información consolidada por barrios, los datos de SISBEN señalan la existencia de valores de densidad de población cercanos a los 400 habitantes por hectárea, solo superadas por las comunas 1 – París - y 6 – Bellavista-, con menores extensiones territoriales, pero con densidades de 539,79 y 452,91 personas por hectárea. Cabe decir que el municipio de Bello presenta una de las mayores densidades de población por hectárea de todo el Valle de Aburrá.

Además del territorio adscrito a las comunas, existen zonas industriales y áreas sin desarrollar, que alcanzan por lo menos el 25% de total del área urbana, y donde se distribuye solamente un 0,17% del total de la población, siendo en consecuencia las de más baja densidad de ocupación.

De acuerdo con la nueva actualización catastral del municipio de Copacabana, y con las proyecciones a partir del censo de 1993, el área urbana está conformada por 24 barrios, dentro de los cuales se han adherido algunos sectores y urbanizaciones que anteriormente

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

no se enmarcaban dentro de la delimitación de los barrios. Según el Censo de 2005, en esta zona se concentra el 86,3% del total de la población del municipio, es decir, 52.829 habitantes, que se diferencian de los datos registrados en el SISBEN (véase Tabla 3.35), que tiene registradas un total de 43.513.

Tabla 3.35. Distribución y densidad de la población por barrios. Municipio de Copacabana (2005)

No.	Barrio	Población	%	Extensión/ha	Densidad
1	San Juan	905	2,1	34	26,6
2	La Maria	1923	4,4	28,9	66,5
3	Tablazo	2387	5,5	29,08	82,1
4	Mojón	1326	3,0	34,27	38,7
5	Fátima	1164	2,7	5,59	208,2
6	La Pedrera	2950	6,8	11,54	255,6
7	San Francisco	483	1,1	1,38	350,0
8	Miraflores	943	2,2	2,6	362,7
9	Cristo Rey	1158	2,7	39,21	29,5
10	El Recreo	1302	3,0	2,61	498,9
11	El Obrero	2509	5,8	8,32	301,6
12	Simón Bolívar	1760	4,0	19,05	92,4
13	Tobón Quintero	1003	2,3	5,37	186,8
14	Yarumito	1856	4,3	10,15	182,9
15	Las Vegas	2481	5,7	14,16	175,2
16	La Asunción	2565	5,9	16,65	154,1
17	La Azulita	2432	5,6	17,02	142,9
18	Zona Múltiple	90	0,2	52,13	1,7
19	El Porvenir	2279	5,2	1,52	1499,3
20	El Pedregal	647	1,5	24,22	26,7
21	El Remanso	505	1,2	27,06	18,7
22	La Misericordia	2320	5,3	30,36	76,4
23	Machado	5057	11,6	94,89	53,3
24	Villanueva	3468	8,0	32,62	106,3
	Total	43.513	100,0	489,92	88,8

Fuente: Datos de población suministrados por el SISBEN del municipio. 2006
Actualización base catastral AMVA. 2003.

Dentro del análisis demográfico de este municipio resalta el caso particular de El Porvenir, que siendo uno de los barrios de menor tamaño territorial, con apenas 1,52 ha, participa con una proporción de 5,2% del total de la población, semejante a la participación de otros de mucha mayor extensión. Con estas características presenta un alto valor de densidad demográfica que alcanza los 1499,3 habitantes por hectárea.

b) Crecimiento poblacional

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

De acuerdo con los datos de los Censos de 1964, 1973, 1985, 1993 y 2005, en los municipios del Valle de Aburrá se observa un incremento progresivo de la población, aunque con altibajos, como en el caso particular del periodo 1985 – 1993, donde se observan valores de crecimiento positivos, pero por debajo de las tasas de los demás periodos analizados, lo que podría estar relacionado con la tensión generada a raíz de la fuerte dinámica del narcotráfico que caracterizó esta época (véase Tabla 3.36).

Tabla 3.36. Evolución de la población de los municipios del área metropolitana

Municipio	1964	1973	1985	1993	2005
Valle de Aburrá	1.084.660	1.601.804	2.097.917	2.415.310	3.306.490
Medellín	772.887	1.151.762	1.468.089	1.630.009	2.216.830
Demás municipios	199.163	290.872	373.888	475.019	656.835
Copacabana	19.403	29.997	41.019	46.273	61.234
Bello	93.207	129.173	214.921	264.009	371.591

Fuente: DANE, Censos nacionales de población y vivienda. 1964, 1973, 1985 y 2005. Población conciliada a Junio 30 de 2005 y distribuido el 22 de Mayo de 2007

Igual situación se refleja también en los valores de crecimiento, que para este mismo periodo, alcanzaron los municipios de Bello y Copacabana, con proporciones de 12,81% y 22,84%, siendo los más bajos de los periodos analizados. Resalta el caso particular de Bello, que de un alto valor obtenido en el período 2 (66,38%), disminuyó hasta su más bajo nivel el período 3 (22,84%). En ambos casos, el período intercensal 1993 - 2005, representa un repunte significativo del crecimiento de la población (véase Figura 3.30).

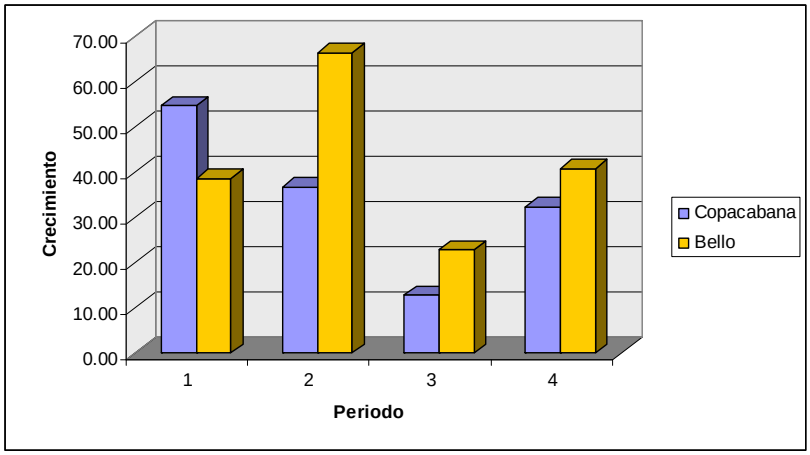


Figura 3.30. Evolución de la población de los municipios de Bello y Copacabana

En el periodo 4 (1993-2005), la población urbana de ambos municipios creció significativamente; sin embargo, al interior del suelo urbano, no se evidenció un desarrollo para albergar esta población, por lo menos en Copacabana, de tal manera que éste se presentó más hacia el suelo suburbano mediante parcelaciones de recreo, con el consecuente desplazamiento o cambio de condición de la población campesina del municipio a población urbana del Valle de Aburrá.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

En el caso de Bello, los suelos de expansión tuvieron un mayor nivel de desarrollo, como se observa en la intensa dinámica de los últimos años en el sector de Niquía, con nuevos proyectos de vivienda, centros comerciales, ubicación de equipamiento y servicios metropolitanos, dada su excelente posición en relación con las zonas con mejores posibilidades de accesibilidad, como el corredor de la autopista Norte.

Bello y Copacabana son la expresión de la intensa dinámica poblacional y consecuente conurbación que se vive en los municipios del Aburrá norte. En efecto, rápidamente está generando un modelo de ocupación en el que si bien a la población se concentra en pequeñas porciones del territorio municipal, la insuficiencia del suelo urbano para cubrir las demandas de vivienda y de espacios públicos recreativos o de ocio, presiona fuertemente las periferias, con un crecimiento que rebasa el perímetro urbano.

En el caso de Copacabana, este fenómeno se observa con recelo, en el sentido de no querer compartir límites con algunos barrios considerados problemáticos, como la zona nororiental de Medellín y los barrios periféricos de El Pinal y Santa Rita del municipio de Bello.

No obstante esta situación y dado que el fenómeno de conurbación es un asunto de ocurrencia real dentro del territorio, en la actualidad ambos municipios adelantan acciones para la definición de los instrumentos de ordenamiento necesarios, que les permita reorientar esta situación, producto de un crecimiento descontrolado. Dentro de este contexto, se desarrollan proyectos como la centralidad norte, la planta de tratamiento de aguas residuales, la doble calzada Niquía – Hatillo y el Nuevo Centro de Copacabana[26].

c) Estructura de la población

De acuerdo con los resultados del censo de 2005, Bello y Copacabana presentan proporciones de población por sexo bastante homogéneas, situación que al parecer tiene correspondencia con el comportamiento general de las pirámides de estructura de la población por edad y sexo para ambos municipios, como se observa en la Tabla 3.37 y la Figura 3.31 y la Figura 3.32.

Tabla 3.37. Estructura de la población

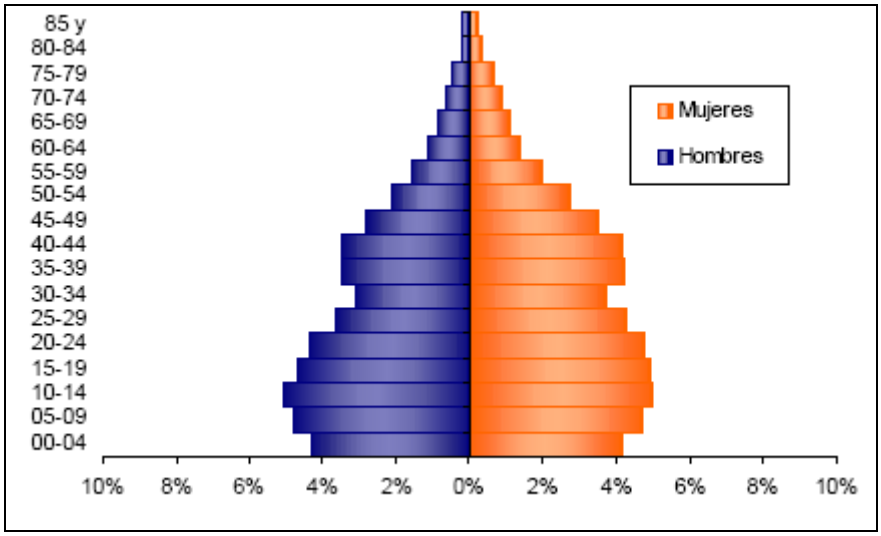
Municipio	Total	Hombres	%	Mujeres	%
Bello	371591	177620	47,8	193971	52,2
Copacabana	61234	29270	48,1	31964	51,9
Total	432753	206890	100,0	225935	100,0

Fuente: Dane. Censo General 2005. Perfiles de Bello y Copacabana. Antioquia

[26] Municipio de Copacabana. Plan de Desarrollo 2.004 -2.007

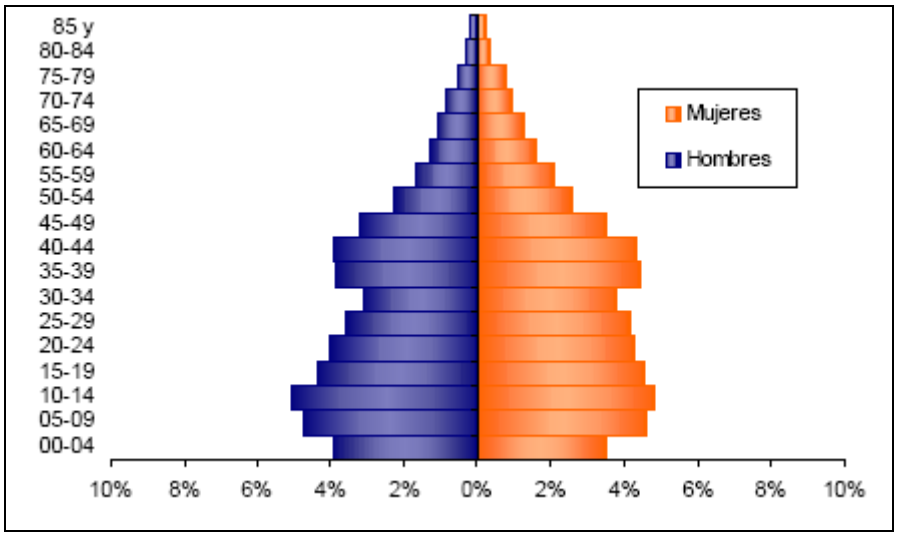
Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.



Fuente: Censo General 2005. Perfil Bello – Antioquia

Figura 3.31. Estructura de la población por sexo y grupos de edad - Bello



Fuente: Censo General 2005. Perfil Copacabana – Antioquia

Figura 3.32. Estructura de la población por sexo y grupos de edad - Copacabana

El grupo de edad que presenta una mayor concentración de población es el de 10 a 14 años, seguido por el grupo de 5 a 9 y 15 a 19, lo que resalta el predominio de la población infantil y adolescente. Para ambos casos, las pirámides de población señalan tendencia a estrecharse hacia la mitad en el rango 30 a 34 años, para ensancharse nuevamente en el rango 35 a 44 y de nuevo una tendencia de decrecimiento constante entre 55 y 85 años de edad.

El efecto del estrangulamiento hacia la mitad de la pirámide podría explicarse por el efecto de la migración de este sector de la población, o por la violencia que afecta principalmente a la población de esa edad. Con relación a la estructura de población por sexo, los datos

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

señalan que en ambos municipios, hay un ligero predominio del número de mujeres sobre el número de hombres.

- **Dimensión espacial**

a) Servicios públicos

Por su localización en el Valle de Aburrá, los municipios de Bello y Copacabana presentan un muy buen nivel de prestación de servicios públicos, con altos índices de cobertura y eficiencia. Las zonas rurales presentan la menor cobertura en todos los servicios, siendo el de agua potable el de menor acceso, acompañado de los servicios de alcantarillado y gas respectivamente. Por su parte la energía eléctrica es el servicio de mayor cobertura en las zonas rurales y urbanas.

Los servicios públicos de acueducto y alcantarillado en el área urbana, y energía y teléfono en todo el territorio de ambos municipios, son prestados por las Empresas Públicas de Medellín E.S.P., con buen nivel de cubrimiento. En la zona rural, el servicio de acueducto es prestado por los acueductos veredales, con poco o ningún tipo de tratamiento, y no hay servicio de alcantarillado, por lo que los vertimientos se realizan en pozos sépticos o directamente a las fuentes de agua, ocasionando serios problemas ambientales y de salud.

El agua que consumen ambos municipios proviene del embalse Ríogrande, ubicado en el municipio de San Pedro, vecino colindante del municipio de Copacabana. El agua es transportada a la planta de tratamiento de Manantiales, ubicada en el municipio de Bello, y posteriormente distribuida a tres tanques existentes en el municipio de Copacabana y al tanque de Machado, que comparte con el municipio de Bello.

En el caso particular del Bello, para el año 2005 la cobertura del servicio de acueducto en la zona urbana fue del 97,80%, mientras que en las áreas rurales alcanzó el 97,90%. La cobertura global para el municipio se encuentra en un 96,40%, muy por encima del nivel de cobertura departamental, la cual se ubicó en el 89,6%. Según el Plan de Desarrollo 2004-2007, en general, el agua que surte los acueductos veredales no cumple con las normas de calidad establecidas en el Decreto 475 de 1998 para consumo humano.

En cuanto al servicio de alcantarillado, la cobertura de las Empresas Públicas de Medellín E.S.P. es del orden de 97,10% en la cabecera municipal, mientras que en el ámbito rural apenas alcanza el 43,50%. En el sector periurbano existen alcantarillados veredales que vierten sus aguas a las fuentes más cercanas, construidos de una forma empírica por la comunidad, para darle solución al problema de la evacuación de aguas residuales; también existen algunos pozos sépticos y vertimientos en forma directa a las quebradas.

El servicio de energía se presta en todo el municipio, con una cobertura del 99,10% y 94,20% en la cabecera y área rural respectivamente; en lo relacionado con la telefonía, se tiene un cubrimiento del 92,60% en lo urbano y 50,50% en el resto, con una buena calidad en a la prestación del servicio. La creciente suscripción al sistema de telefonía celular, poco a poco ha ido frenando el cubrimiento de telefonía fija en toda el área rural.

La cobertura de gas registra los más bajos indicadores en todo el municipio (17,20% y 8,38% urbano y rural respectivamente); sin embargo, este indicador ha ido creciendo en función de la implementación del programa de gasificación masivo que poco a poco se va adelantando en el valle de Aburrá.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

En Copacabana la cobertura en acueducto es del 99,3% en el área urbana y de 66% en el área rural. Las viviendas que no cuentan con el servicio, se surten de soluciones individuales y colectivas, a través de rudimentarios sistemas de abastecimiento de agua. Los acueductos rurales son administrados por las mismas comunidades a través de las Juntas Administradoras de Acueducto. Aunque a nivel rural se ha avanzado en la calidad del servicio, pocos acueductos veredales y comunales brindan buena cobertura, y gran parte se encuentran en regular estado, sin planta de tratamiento e insuficiencia de caudal captado.

El servicio de alcantarillado tiene una alta cobertura del 98,7% en la cabecera, pero muy baja en el área rural (21,60%), siendo necesario el vertimiento a pozos sépticos o directamente a las quebradas con destino final el río Medellín. Dado que en general se mantienen las condiciones que implican la ausencia de un adecuado sistema de alcantarillado, con la consecuente descarga a los cauces más cercanos, se destaca la expectativa del mejoramiento de las condiciones sanitarias del municipio, mediante la construcción e implementación del Programa de Saneamiento del río Medellín.

Como en el caso de Bello, el servicio de mayor cubrimiento es el de energía, con una cobertura total del 99,30%.(99,50% en la zona urbana y 97,60% en el área rural).

La telefonía se presta en todo el municipio, con una cobertura del 95,90% y 86,10, con una buena calidad en la prestación del servicio. Al igual que en Bello, la creciente suscripción al sistema de telefonía celular ha frenando el cubrimiento de telefonía fija en el área rural.

En cuanto a la recolección de residuos sólidos, existe un cubrimiento del 96,3% en el área urbana, y 79,30% en el área rural, gracias a las buenas condiciones de acceso y estado de las vías, muy similares a los del municipio de Bello (96,6% y 68,8% respectivamente).

Existe sin embargo poca conciencia sobre la importancia del manejo adecuado y disposición final de los desechos sólidos producidos por la actividad humana, ya que es generalizada la práctica de disponer éstos en los sembrados o lotes cercanos, de tal manera que es absolutamente necesario ampliar la cobertura a nivel rural. En Tabla 3.38 se presentan los índices de cubrimiento de los servicios públicos.

Tabla 3.38. Cobertura de servicios públicos. 2005

Servicio Público	Bello			Copacabana		
	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total
Acueducto	97,80	57,90	96,40	99,30	66,00	94,90
Agua potable	97,80	16,80	94,90	99,30	37,40	91,20
Alcantarillado	97,10	43,50	95,10	98,70	21,60	88,60
Energía	99,10	94,20	98,90	99,50	97,60	99,30
Gas	17,20	8,38	16,88	7,76	2,14	7,02
Teléfono	92,60	50,50	91,10	95,90	86,10	94,60
Aseo	96,60	68,80	95,70	96,30	79,30	92,30

Fuente: DANE Censo 2005, Encuesta de Calidad de Vida.2005; Anuario Estadístico de Antioquia, 2005; EPM, Área Metropolitana del Valle de Aburrá y SISBEN de los municipios 2004

b) Salud

El perfil de morbilidad está estrechamente articulado a diversos factores como la demografía, los niveles socio-económicos de la población, la cobertura y calidad de los servicios públicos,

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

particularmente saneamiento básico y medio ambiente, la violencia, además del acceso a los servicios de atención, prevención y promoción de la salud. Las mejoras en el nivel de salud pública y la adopción de estilos de vida saludables en la comunidad, contribuyen en forma muy importante y efectiva a controlar la diseminación de las enfermedades infecciosas, incluyendo las causadas por virus.

La información sobre las principales causas de morbilidad se obtuvo de fuentes secundarias, entre ellas la base de datos de los registros de prestación de servicios de la Secretaría de Salud de Copacabana, la Dirección Local de salud de Bello, el Hospital de Zamora, de nivel 1 y 2, que incluye consulta especializada en medicina interna, cirugía, gineco-obstetricia y pediatría, el Centro de Salud de Fontidueño de nivel 1, es decir, que solo atienden medicina general y muy pocos casos de urgencias y el Plan de Atención Básica de Copacabana (PAB -2006).

En el año 2005, en el municipio de Bello se registraron un total de 387.486 consultas por Morbilidad General agrupadas en 298 Grupos, según la Clasificación Internacional de Enfermedades CIE-10. El perfil de morbilidad general muestra como primera causa de consulta (externa y urgencias) la Hipertensión arterial, con 43.421 casos reportados, que representan una tasa de 112,1 por cada 1000 habitantes, que señala la importancia de este tipo de enfermedad crónica como la principal causa de morbilidad general de la población adulta, esencialmente femenina.

Siguen en orden las consultas de atención y supervisión del proceso de embarazo, parto y puerperio, causa dentro de la cual se incluye el parto en condiciones completamente normales, con un porcentaje importante que alcanza una tasa de 50,6 por cada 1.000 casos atendidos.

Así mismo resalta el número de casos de consulta por servicios de salud para investigación y exámenes con un 4,72%, que suelen aparecer en los perfiles de morbilidad debido a los certificados médicos para ingreso al estudio, pero que no necesariamente se corresponden con patologías.

Por su parte, la incidencia de las enfermedades de los dientes y sus estructuras de sostén, con 15.978 casos reportados, constituye el reflejo de la cobertura de atención odontológica que se ve en todos los regímenes, lo que demuestra falencias en los programas de promoción de la salud oral y de prevención de la caries.

En la Tabla 3.39 se presentan las diez primera causas de morbilidad en el municipio de Bello.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Tabla 3.39. Diez primeras causas de morbilidad general (CIE-10) agrupadas en 298 grupos para el municipio de Bello, 2005

Causas de morbilidad	Total casos		Zona		Sexo	
	No.	%	U	R	H	M
Hipertensión arterial (primaria)	43.421	11,21	42.973	448	12.328	31.093
Pesquisa prenatal y otra supervisión del embarazo	19.610	5,06	19.184	426	0	19.610
Personas en contacto con los servicios de salud para investigación y exámenes	18.296	4,72	17.801	495	8.107	10.189
Otros trastornos de los dientes y de sus estructuras de sostén	15.978	4,12	15.705	273	6.443	9.535
Otros síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio. No clasificados en otra parte.	14.292	3,69	13.977	315	4.726	9.566
Otras infecciones agudas de la vías respiratorias superiores	12.549	3,24	12.175	374	5.356	7.193
Personas en contacto con los servicios de salud por otras razones	10.580	2,73	10.106	474	2.833	7.747
Otras enfermedades y del tejido subcutáneo	9.974	2,57	9.655	319	4.021	5.953
Faringitis aguda y amigdalitis aguda	9.732	2,51	9.622	110	4.009	5.723
Gastritis y Duodenitis	8.738	2,26	8.621	117	2.463	6.275
Total demás causas	224.316	57,89	218.802	5514	76.117	148.199
Total Municipio	**387.486**	**100,00**	**378.621**	**8865**	**126.403**	**2610.83**

Fuente: Situación de Salud. Bello, Colombia. Indicadores Básicos, 2006. Dirección Local de Salud. Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades CIE. Datos de morbilidad por consulta externa incluidos en los RIPS reportados en 4 IPS que atienden el régimen contributivo

En el caso particular de la población infantil menor de cinco años, en el año 2005 se registraron un total de 53.730 consultas, siendo la primera causa de consulta externa y de urgencias, la relacionada con el control de salud de rutina del niño con una tasa de 215,2 por cada 1000 casos.

En segundo lugar resalta el número de casos de consulta por enfermedades relacionadas con infecciones respiratorias agudas (IRA), entre las que se destacan rinofaringitis aguda (resfriado común) con un 8,25% de participación dentro del total de casos reportados, y en menor proporción amigdalitis aguda no especificada y faringitis aguda no especificada como se observa en la Tabla 3.40.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Tabla 3.40. Diez primeras causas de morbilidad por consulta externa y urgencias en menores de 5 años. Bello, 2005.

Causas de morbilidad	Total casos		Zona		Sexo	
	No	%	U	R	H	M
Control de salud de rutina del niño	11.561	21,52	11.363	198	5.756	5.805
Rinofaringitis aguda (resfriado común)	4.431	8,25	4.193	238	2.289	2.142
Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	3.489	6,49	3.376	113	1.825	1.664
Infeccion viral no especificada	1.504	2,81	1.445	59	799	705
Asma no especificada	1.445	2,69	1.413	32	896	549
Otitis media no especificada	1.328	2,47	1.315	13	700	628
Amigdalitis aguda no especificada	1.255	2,34	1.245	10	693	562
Bronquitis aguda no especificada	1.105	2,06	1.043	62	581	524
Faringitis aguda no especificada	962	1,79	955	7	505	457
Otros	26.650	49,6	24.925	1.725	13.976	12.674
Total Municipio	53.730	100	50.020	333	27.303	25.091

Fuente: Situación de Salud. Bello, Colombia. Indicadores Básicos, 2006. Dirección Local de Salud. Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades CIE. Datos de morbilidad por consulta externa incluidos en los RIPS reportados en 4 IPS que atienden el régimen contributivo.

Así mismo son también importantes causas de morbilidad infantil, enfermedades infecciosas como diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso con un 6,49% de participación, e infecciones virales no especificadas con una proporción menor y 1.504 casos reportados.

Por su parte en el municipio de Copacabana, en el año 2006, se registraron un total de 75.282 consultas por morbilidad general, agrupadas a 298 grupos según la Clasificación Internacional de Enfermedades CIE-10. La primera causa de consulta (externa y de urgencias) está relacionada con enfermedades del sistema circulatorio, con 11.787 casos, que representan una participación del 15,66%, con la misma tendencia observada en el municipio de Bello, donde esta causa representa uno de los principales motivos de consulta, esencialmente dentro de la población adulta y en su mayoría mujeres, como se observa en la Tabla 3.41.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Tabla 3.41. Diez primeras causas de morbilidad general (CIE-10) agrupadas a 298 grupos para el municipio de Copacabana, 2006

No	Causas de morbilidad	Total casos		Zona		Sexo	
		No	%	U	R	H	M
1	Hipertensión esencial (primaria)	11.787	15,66	306	11.481	4.060	7.727
2	Control de salud de rutina del niño	2.643	3,51	125	2.518	1.359	1.284
3	Caries de la dentina	2.487	3,30	91	2.396	920	1.567
4	Otros dolores abdominales y los no especificados	1.788	2,38	51	1.737	574	1.214
5	Lumbago no especificado	1.601	2,13	37	1.564	697	904
6	Cefalea	1.226	1,63	50	1.176	240	986
7	Infección de vías urinarias sitio no especificado	1.203	1,60	35	1.168	202	1.001
8	Infección viral no especificada	1.013	1,35	41	972	537	476
9	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	975	1,30	44	931	479	496
10	Otros	50.559	67,16	1.667	48.892	18.473	32.085
	Total Municipio	**75.282**	**100,00**	**24.47**	**72.835**	**27.541**	**47.740**

Fuente: Estadísticas parciales Secretaria de Salud Copacabana

En su orden se destacan consultas por control de salud de rutina del niño y caries de la dentina, con tasas de 35,1 y 33,0 por cada mil habitantes respectivamente. Con baja incidencia dentro de la primeras diez causas de morbilidad general en el municipio de Copacabana, se observa la existencia de diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso (975 casos), como causa de consulta por enfermedades que podrían estar asociadas con problemas de contaminación, aunque con una alta tasa de ocurrencia dentro de la población infantil menor de 5 años, que asciende al 63,6% (621 casos) del total de los casos reportados dentro de este grupo de población (véase Tabla 3.42).

Tabla 3.42. Diez primeras causas de morbilidad por consulta externa y urgencias en menores de 5 años. Copacabana, 2006.

No	Causas de morbilidad	Total casos		Zona		Sexo	
		No	%	U	R	H	M
1	Control de salud de rutina del niño	2.643	27,77	125	2.518	1.359	1.284
2	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	621	6,53	34	587	322	299
3	Infección viral no especificada	601	6,32	24	577	313	288
4	Rinofaringitis aguda (resfriado común)	454	4,77	19	435	251	203
5	Fiebre con escalofrío	400	4,20	11	389	209	191
6	Bronquitis aguda no especificada	383	4,02	19	364	208	175
7	Otitis media no especificada	391	4,11	12	379	203	188
8	Asma no especificada	300	3,15	15	285	182	118
9	Amigdalitis aguda no especificada	183	1,92	6	177	102	81

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

10	Otros	3.540	37,20	115	3.425	1.885	1.655
	Total Municipio	**9.516**	**100,00**	**380**	**9.136**	**5.034**	**4.482**

Fuente: Estadísticas parciales Secretaria de Salud Copacabana

Dentro de este rango de edades (niños menores de 5 años), se presentaron 9.516 consultas para el año 2006, siendo la principal causa de morbilidad la relacionada con el control de salud de rutina del niño, con una tasa de 277,7 por cada 1000 personas. Además de los casos de diarrea, tienen ocurrencia otras enfermedades asociadas a problemas de contaminación, entre ellas, Rinofaringitis aguda (resfriado común), Bronquitis aguda no especificada y Amigdalitis aguda no especificada, tal como se observa en la Tabla 3.42.

Las condiciones generales de vida de la población de orden socioeconómico y cultural, en cierto sentido se reflejan también en sus condiciones de salud. Al respecto contribuye también el poco cubrimiento de los programas de saneamiento básico y la poca cultura de la salud en Copacabana, lo que se traduce en la existencia de cifras alarmantes de enfermedades que requieren vigilancia epidemiológica, como se observa en la Tabla 3.43, asociadas a las regulares condiciones de vida de la comunidad.

Tabla 3.43. Enfermedades de notificación al sistema de vigilancia –SIVIGILA– 2006

Causa	M	H	Total
Expuesto a rabia	64	35	99
Violencia intrafamiliar	13	83	96
Varicela	47	25	72
Hepatitis A	15	4	19
HIV	9	4	13
Dengue clásico	4	6	10
TB Respiratoria	4	4	8
Otras causas	12	4	16
Total general	168	165	333

Fuente: Dirección Local de Salud. SIVIGILA 2006.

c) Mortalidad

La tasa de mortalidad es un indicador esencial de la situación de salud de las poblaciones, que interviene de manera importante en la dinámica poblacional, dado que es a partir de los resultados obtenidos, que puede evaluarse el estado, la tendencia y la magnitud de los problemas de salud más trascendentes que los afectan, y estructurar políticas y programas que permitan en alguna medida mejorar la calidad de vida.

En el municipio de Bello, dentro de las 10 primeras causas de mortalidad general, que representan el 57,36 % del total de causas, las enfermedades isquémicas del corazón, los homicidios, y las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores ocupan, en su orden, los tres primeros lugares en frecuencia.

En términos de la incidencia de la violencia como factor determinante dentro de las principales causas de mortalidad, podría decirse que existe un mayor riesgo dentro de la población masculina.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Resalta la existencia de causas de mortalidad relacionada con problemas de contaminación ambiental, como en el caso de enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores e infecciones respiratorias agudas, que en su conjunto representan el 11,24% del total de casos (véase Tabla 3.44).

Tabla 3.44. Principales causas de mortalidad general en el municipio de Bello, año 2005.

Causa básica de defunción	Total	%
Enfermedades isquémicas del corazón	209	13,50
Agresiones (Homicidos)	127	8,20
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	124	8,01
Enfermedades cerebrovascular	102	6,59
Diabetes mellitus	79	5,10
Accidentes transporte terrestre	56	3,62
Infecciones respiratorias agudas	50	3,23
Tumor de tráquea, bronquios y pulmón	49	3,17
Tumor maligno de estómago	47	3,04
Enfermedades sistema urinario	45	2,91
Resto de causas	660	42,64
Total general	**1.548**	**100,00**

Fuente: DANE 2005. Ficha Calidad de vida. Situación de Salud Bello – Colombia. Indicadores básicos, 2006

De acuerdo con los datos de la Tabla 3.45, en Copacabana la mayor causa de mortalidad en el municipio está asociada al deterioro de la convivencia ciudadana, que se traduce en índices de mortalidad debidos a causas violentas, que alcanzan una participación del 18,77% del total de casos reportados para el año 2005. En su orden y con una representatividad similar, las enfermedades del corazón generaron en Copacabana 51 casos de mortalidad.

Tabla 3.45. Mortalidad en el municipio de Copacabana, año 2005.

Causa Básica de defunción	Total	%
Agresiones	55	18,77
Infarto agudo de miocardio sin ninguna otra especificación	51	17,41
Enfermedad cerebrovascular no especificada	23	7,85
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica, no especificada	15	5,12
Diabetes mellitus no esp. con otras complicaciones esp.	15	5,12
Accidentes de transportes	14	4,78
Tumor maligno de los bronquios o del pulmón, parte no esp.	11	3,75
Resto de tumores malignos	8	2,73
Otras enfermedades del corazón	7	2,39
Tumor maligno de la próstata	6	2,05
Resto de causas	88	30,03
Total	**293**	**100,00**

Fuente: Datos preliminares DANE 2005. Ficha Calidad de vida. Departamento Administrativo de Planeación de Antioquia. PAB Copacabana, 2006

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

d) Educación

El analfabetismo es un indicador del retraso en el desarrollo educativo de la población, a la vez que constituye uno de los factores para medir la vulnerabilidad social de una población, que se refleja en la dificultad para la inserción en el mercado laboral, en el bajo rendimiento productivo, la poca promoción laboral y el mejoramiento de las condiciones de vida.

Las tasas de analfabetismo dentro de la población mayor de 15 años en los municipios de Bello y Copacabana son relativamente bajas, pero al igual que en el resto de municipios del departamento, existen indicadores de mayores proporciones de población analfabeta en la áreas rurales, donde de manera recurrente hay una mayor deficiencia de infraestructura educativa, personal docente, y por supuesto menor inversión en el sector.

De acuerdo con la información reportada en el Sistema de Registro Único de Estudiantes SISRUE, de la Secretaria de Educación para la cultura de Antioquia, para los municipios de Bello y Copacabana, existen indicadores de escolarización contrastantes. Mientras que en el área rural de Bello existe una tasa que alcanza el 135,5%, es decir, que junto con el total de la población en edad escolar, se incluye la población adulta por fuera de este rango, matriculada durante el periodo, en la cabecera presenta una proporción del 84,53%. Independientemente de estos valores, se registran igualmente niveles de deserción relativamente homogéneos en ambas áreas del municipio.

En Copacabana por su parte, la tasa de escolarización en la cabecera alcanza un 119,4%, mientas que en su área rural desciende a 61,98%. A diferencia de Bello, las tasas de deserción son mucho mas bajas[27]. (véase Tabla 3.46)

Tabla 3.46. Indicadores educativos para los municipios de Bello y Copacabana. 2005

Municipios	Tasa de escolarización			Tasa de deserción			Tasa de analfabetismo		
	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total
Bello	84,53	135,6	85,41	5,89	5,54	5,88	2,30	6,10	2,40
Copacabana	119,41	61,98	111,00	1,84	3,61	2,36	2,80	5,40	3,40

Fuente: Secretaria de Educación para la cultura de Antioquia. SISRUE 2005 (Sistema de Registro Único de Estudiantes). Encuesta de calidad de vida de ambos municipios

No obstante la existencia de tasas de analfabetismo totales en Bello y Copacabana de 2,40% y 3,40% respectivamente, la información del Censo del 2005, en relación con el nivel educativo de la población residente en ambos municipios, señala que cerca de tres cuartas partes habían alcanzado el nivel de básica primaria y secundaria, con proporciones de 73,3% en Bello y 72,1% en Copacabana (véase Tabla 3.47). Aunque no tan representativas, en orden de importancia se destacan también los niveles obtenidos en cuanto a la media técnica y el nivel creciente de profesionalización de la población.

[27] La tasa de escolarización por encima del 100% tiene diversas causas: sobreoferta, cálculo de población en edad escolar, extraedad y desplazamiento de la población estudiantil de una zona a otra o de municipio a otro

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Tabla 3.47. Nivel educativo para los municipios de Bello y Copacabana. 2005

Nivel Educativo	Bello		Copacabana	
	No.	%	No.	%
Preescolar	16.185	4,4	2.398	3,9
Básica primaria	120.734	32,5	19.737	32,2
Básica secundaria y media académica clásica	151.595	40.8	24.444	39.9
Media técnica	15.568	4,2	2.931	4,8
Normalista	444	0,1	233	0,4
Técnica profesional	10.733	2,9	1.619	2,6
Tecnológica	12.182	3,3	2.043	3,3
Profesional	19.033	5,1	3.974	6,5
Especialización	1.384	0,4	352	0,6
Maestría	374	0,1	97	0,2
Doctorado	76	0,0	24	0,0
Ninguna	23.284	6,3	3.385	5,5
	371.591		61.234	

Fuente: DANE. Boletín Censo General 2005. Perfil Bello – Copacabana. Antioquia
Secretaria de Educación para la cultura de Antioquia.

e) Vivienda

Como en otros municipios del Valle del Aburrá, durante la década de los ochenta tuvo lugar un fenómeno de ocupación acelerada de las zonas urbanas en Bello y Copacabana, impulsado por planes estatales de vivienda de interés social, que se caracterizaron por un alto índice de ocupación del suelo, bajo índice de construcción, reducción de las áreas de vivienda, de sus especificaciones constructivas, y en consecuencia mayor demanda de servicios y equipamiento social.

Bajo este modelo de presión, y ante la insuficiencia del suelo urbano, debió darse un proceso de crecimiento en altura, de expansión de los perímetros de las cabeceras y la configuración de nuevos modelos de vivienda que involucraron necesariamente las áreas rurales, como en el caso del sector Terranova en Bello (véase Foto 42), donde actualmente existe un complejo habitacional de edificios y apartamentos que en cuestión de unos cuatro años incrementó la población del municipio al menos en 15.000 habitantes, de acuerdo con los estimativos de Planeación municipal.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Foto 42 Desarrollo urbanísticos en el sector de Terranova en la Comuna 9 – Niquía.

Dentro de este contexto, hoy tiene lugar una rápida transformación del espacio doméstico urbano y rural a nivel arquitectónico y funcional, donde anteriormente predominaba la modalidad de vivienda como casa. En la actualidad, y de acuerdo con los últimos datos del Censo 2005, en ambos municipios existen altas proporciones de viviendas como apartamentos, que alcanzan el 58,6% y 56,8% en Bello y Copacabana respectivamente (véase Tabla 3.48). Resalta el hecho que se reportan porcentajes de 1,9% y 1,7% (Bello y Copacabana respectivamente) relacionadas con unidades que no reúnen las condiciones básicas de una vivienda (tipo cuarto u otro tipo de vivienda).

Tabla 3.48. Tipología de viviendas

Tipos	Bello		Copacabana	
	Unidades	%	Unidades	%
Casa	37.069	39,5	6.510	41,5
Apartamento	54.994	58,6	8.910	56,8
Tipo cuarto	1.595	1,7	235	1,5
Otro tipo de vivienda	188	0,2	31	0,2
Totales	93.846	100,0	15.687	100,0

Fuente: DANE 2005, Área metropolitana, Encuesta de calidad de vida, 2005. Departamento Administrativo de Planeación de Antioquia - Dirección Sistemas de Indicadores - SISBEN 2005

f) Déficit de vivienda

Se refiere a las soluciones de vivienda necesarias para atender las demandas de la población. El déficit es cuantitativo por conformación de nuevos hogares o desplazamientos; o cualitativo que considera las viviendas que se encuentran en mal estado (techo, paredes, pisos) o carecen de los servicios básicos como acueducto, alcantarillado y energía, como consecuencia de bajos ingresos de las familias, viviendas asentadas en barrios subnormales o en zonas de riesgo mitigable.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

En el primer caso se calcula como la diferencia entre hogares y viviendas existentes, bajo el supuesto de que a cada hogar corresponde una vivienda digna, para dar cumplimiento a los preceptos constitucionales asociados; y en el segundo caso, como el número de viviendas que no cumplen con las condiciones mínimas "catalogadas en los estratos 0 y 1".

El aumento del déficit cualitativo de vivienda y las tendencias de hacinamiento, fueron la consecuencia directa del proceso de crecimiento poblacional anotado. Desafortunadamente, para la evaluación de este tipo de indicadores en estos municipios, solo existe información general en el Censo de 2005 y en la Encuesta de Calidad de vida del área metropolitana, de tal manera que es tarea prioritaria de las administraciones municipales, la actualización del déficit cualitativo y cuantitativo de vivienda, para precisar un balance más ajustado al respecto.

Con la información disponible, puede decirse que no obstante los programas desarrollados en los últimos años en materia de vivienda de interés social, los resultados no alcanzan a cubrir la demanda, ni en cantidad ni en calidad, lo que deriva en extra-costos, hacinamiento y deterioro en la calidad de vida para la población. De acuerdo con los datos ajustados del Censo, la relación entre viviendas y hogares reporta una diferencia de 1.867 unidades de vivienda faltantes en Bello y 395 en Copacabana, existiendo un claro déficit por hacinamiento, que se concentra preferencialmente en los barrios de estratos 1 y 2 (véase Tabla 3.49).

Tabla 3.49. Hogares y viviendas ajustados, a Junio 30 de 2005

Municipios	Total Hogares	Total Viviendas	Déficit vivienda-hogar
Bello	95.714	93.847	1.867
Copacabana	16.082	15.687	395

Fuente: Dane. Censo 2005. Resultados Población Conciliada (A Junio 30 de 2005) Distribuido Mayo 22 de 2007

- **Dimensión económica**

a) Actividades económicas

Como es sabido, el Valle de Aburrá concentra las actividades económicas del sector secundario y terciario de la economía (industriales y de servicios) del departamento.

De acuerdo con los resultados del Censo 2005, el sector comercio absorbe la mayor parte de la población ocupada, con proporciones cercanas al 50% en ambos municipios, seguido del sector servicios, con un peso significativo que asciende a 24,8% y 26,8% para Bello y Copacabana respectivamente, como se observa en la Tabla 3.50, aunque en el primer caso, por su trayectoria y participación en el crecimiento económico, la industria también ha tenido un peso importante.

Tabla 3.50. Unidades económicas por tipo de actividad

Sector económico	Bello (%)	Copacabana (%)
Comercio	46,9	48,8
Servicios	24,8	26,8
Industria	11,7	11,5
Otras	10,2	7,4

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Sin información	6,4	5,5

Fuente: DANE. Censo 2005.

- **Sector Agropecuario**

A pesar de que Bello presenta una alta proporción de predios de uso agropecuario, conforme a la clasificación económica en cuanto a la distribución y uso del suelo, el sector agropecuario padece serios problemas, relacionados con la comercialización de los productos, asistencia técnica, falta de recursos, canales de distribución hacia la cabecera del municipio, tecnificación en los procesos de producción, centros de acopio y en general, infraestructura en pro del desarrollo socioeconómico rural. A modo de ejemplo, en las partes altas del municipio, aunque existe una clara identidad económica tradicional relacionada con la lechería, los problemas anotados representan grandes desventajas para afrontar la competitividad. Bajo estas condiciones, existe un muy bajo nivel de participación del sector agropecuario dentro de la economía del municipio.

En Copacabana, en torno al sector agropecuario, y a los principales productos (panela, cebolla, mora, fique, especies menores), existen diferentes organizaciones, a través de las cuales se busca optimizar los procesos de producción, beneficio y mercadeo, mediante actividades de capacitación sobre el manejo adecuado del suelo y de los cultivos, y a través de la participación de diferentes instituciones, entre ellas, Universidad Nacional, Politécnico Jaime Isaza Cadavid, Luis Amigó, CORANTIOQUIA, CORNARE, CEIPA, entre otras.

- **Sector Comercio**

En el municipio de Bello las principales actividades económicas se relacionan con el comercio organizado e informal. De acuerdo con la clasificación de las actividades económicas, el monto de los tributos por concepto de industria y comercio, y la cobertura según el número de establecimientos, el comercio representa el sector de mayor dinamismo en el municipio, seguido del sector servicios e industrial.

El mapa de Usos y Servicios señala un alto índice de comercio en el parque principal y sus alrededores, combinado con actividades especializadas del sector servicios, y un intenso desarrollo sobre los ejes conformados por las carreras 47, 48 y 49, así como las calles 50 y 51.

Dentro del sector comercial sobresalen las siguientes empresas:

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

- Almacén Éxito Niquía
- Centro Comercial Puerta del Norte
- Centro Comercial Bellocentro
- Centro Comercial Metrobello
- Centro Comercial Los Virreyes
- Centro Comercial Bello Metro
- Almacén Ley
- Supermercado Carulla

En Copacabana tiene lugar una especialización de actividades comerciales en el barrio Simón Bolívar o centro, en los corredores de actividad múltiple como son las calles 50 y 52. En estos sectores se concentra el comercio minorista de productos de primera necesidad, aunque en menor proporción se da un comercio minorista industrial, lo que indica la terciarización de las actividades productivas del municipio, es decir, el paso de lo agropecuario al comercio y servicios. A nivel barrial el comercio tiene lugar principalmente en tiendas y graneros. Actualmente los barrios El Recreo, Yarumito, Miraflores, La Pedrera (corredor de la calle 52), la Azulita, Villanueva, La Asunción, Pedregal y Machado, presentan dinámicas importantes de comercio básico.

- **Sector industria**

A pesar de que desde la primera década del siglo XX, Bello se consolidó como uno de los principales polos de desarrollo industrial del Valle de Aburrá, con el surgimiento de la línea ferrocarril y de importantes empresas textileras, que en adelante y hasta comienzos de la década de los 80, imprimieron el sello particular de un municipio obrero, el cambio de vocación económica se hizo sentir con la importancia que empezó a tener la actividad de servicios de mediana y baja complejidad y en la economía informal.

Si bien en la parte baja del municipio existen amplios corredores que albergan un complejo de asentamientos industriales, lugares de depósito y mercadeo, hoy esta actividad no es el principal motor de la economía del municipio, aunque a nivel contributivo es el de mayor participación

Dentro de este sector se destacan entre otras las siguientes empresas:

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

- Fabricato. Textiles (Segunda empresa textilera del país).
- Postobón. Gaseosas.
- Melco de Colombia . Ascensores.
- Solla. Concentrados para animales.
- Cipa. Concentrados para animales.
- Nopco. Productos químicos[28].
- Propein. Derivados del petróleo (véase Foto 43).
- Incametal. Elaboración de artículos de acero y metales.

Foto 43. Sede de la empresa Propein, se observa construcción antigua correspondiente a la estación Machado de antaño.

Copacabana no presenta una vocación definida en torno a la actividad industrial, y más bien existe una tendencia hacia la relocalización y desplazamiento de las industrias hacia otros municipios; sin embargo, este sector suministra, al menos, la tercera parte de los ingresos para el municipio.

En Copacabana la industria se concentra esencialmente en el corredor de la calle 50, desde el barrio Machado hasta el barrio La Misericordia, parte de la vereda Alvarado y Ancón, y el corredor de la Autopista Medellín – Bogotá.

En cuanto a su tipología y distribución, los más frecuentes son la industria menor, como las troqueladoras, industria mediana como Canalvidrios, Tejares y Metalesco, e industria pesada, como las fábricas de Imusa, Curtimbres, Haceb, Electrocontrol y Canteras y prefabricados. Puede verse que los barrios donde más presencia de industria se registra, están servidos por la vía de acceso principal como la calle 50 y en la zona más plana del área urbana.

En el Acuerdo 025 de 2000, el uso industrial se clasifica como principal en el sector de Comfama, en la calle 50 - Metromezclas, y en el sector canteras, mientras que se plantea

[28] www.municipiodebello.gov.co/contenido/corporativo/mcipio_bello.html#economia

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

como un uso complementario en Agrominas, y barrios María, el Tablazo, el sector de los zapatas, la Pedrera, Villanueva y Machado[29].

Las industrias se han localizado en las zonas más consolidadas y con mayor densidad de ocupación del municipio, lo que genera conflictos con los usos permitidos por tratarse, en la mayoría de los casos, de sectores residenciales, y por las implicaciones en cuanto a la accesibilidad y uso de las vías para actividades de cargue y descargue de mercancías. Esta situación se presenta fundamentalmente en los barrios Machado, Misericordia, Pedregal, Remanso, Azulita, Tobón Quintero y Tablazo, donde junto con la mayor densidad de ocupación, existe la mayor cantidad de entables industriales. Así mismo se observa un fuerte nivel de saturación e impacto ambiental por la presencia de entables como curtimbres, metalmecánicas y ebanisterías.

Como una medida de ajuste y atención a esta situación, se plantea entonces potenciar las zonas de actividad múltiple para la localización de pequeña industria, e ir trasladando los grandes entables industriales que se asientan al interior de la cabecera, para localizarlos en otro corredor como la Autopista Medellín Bogotá, para disminuir la carga al corredor del Río, que se sigue conservando como corredor industrial.

- **Sector Minería**

De acuerdo con el diagnóstico elaborado para el Plan de Ordenamiento Municipal, la actividad de extracción y explotación minera en Bello está representada por 26 canteras y areneras, de las cuales solo ocho estaban registradas y legalizadas ante Industria y Comercio. En una alta proporción no cuentan con tecnologías apropiadas para ejercer la actividad, con el consecuente deterioro ambiental y de la infraestructura vial, que se compromete para el transporte del material extraído. Este tipo de explotación es insumo para industrias que no ejercen su actividad en el municipio y por ende el valor agregado no queda en Bello.

En relación con este sector de la economía en Copacabana, se encuentra una zona que tradicionalmente se ha dedicado a la extracción minera, como es la franja comprendida entre Machado y la Misericordia, que todavía no ha sido reglamentado, así como explotaciones de material de playa cerca del barrio Pedregal y en la vereda Alvarado, en la Llanura aluvial sobre la margen derecha del río Medellín. Las áreas de cantera existentes, equivalen al menos a la mitad del área urbana y por sus características, constituye una de las actividades más impactantes sobre el ambiente

- **Sector Turismo**

En el contexto metropolitano la actividad turística y recreativa de Bello tiene poca representatividad. No obstante la existencia de algunos sectores urbanos y rurales con potencial histórico, paisajístico y ambiental, existen grandes deficiencias en cuanto a su planeación y a la dotación de equipamientos y políticas para lograr unos resultados con calidad.

Como elementos turísticos de importancia histórica, cultural, arquitectónica o paisajística, se destacan:

[29] Municipio de Copacabana. Documento de seguimiento y evaluación de los resultados del acuerdo 25 de 2000. Revisión y ajuste del PBOT. 2007

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

- Choza Marco Fidel Suárez. Donde nació este ilustre hijo de Bello que fuera presidente de Colombia a comienzos del siglo XX.
- Parque Santander. Lugar céntrico de encuentro social, ubicado en las carreras 49 y 50 entre las calles 50 y 51. Su significado es de tipo cultural y lúdico.
- Biblioteca Marco Fidel Suárez. Centro de actividad cultural, donde además se conserva material cerámico de los habitantes prehispánicos de la localidad. Está ubicada en la calle 52ª entre carreras 52 y 51 su significado es de tipo cultural.
- Antigua fábrica textilera de "El Hato": Muestra representativa de la arquitectura industrial de principios del siglo XX. Está ubicada en el barrio Playa Rica, en la transversal 56ª entre carreras 60 y 63ª, su significado es de tipo arquitectónico e histórico.
- Polideportivo de Bello (Tulio Ospina): Construido para los XIII Juegos Centroamericanos y del Caribe en 1978; está ubicado entre la Troncal Occidental y el río Medellín. Su significado es de tipo lúdico y urbano.
- Parque metropolitano Tulio Ospina: Con atracciones recreativas acuáticas. Está localizado entre la carretera troncal y el río Medellín. Su significado es de tipo lúdico y urbano.
- El Cerro del Ángel. Conocido también como "Monte del Calvario", sitio de peregrinaje desde la década del cuarenta, con una escultura del calvario (traída de Francia) y el templo del Santo Cristo (desde 1.986) en su cima. Está ubicado en la calle 53 con carrera 52. Referente con significado histórico, religioso y urbano.
- Cerro del Padre Agudelo. Es un mirador natural del municipio, ubicado en el barrio Nazaret, entre la quebrada El Hato y la carrera 52. Importante por su valor paisajístico, lúdico y de potencial turístico.
- Iglesia de Nuestra Señora del Rosario. Situada en el parque principal (parque Santander). Valioso patrimonio artístico, construido en 1946, según diseños del arquitecto Alvaro Germanetti; su significado es de tipo arquitectónico, cultural y religioso.
- Iglesia de Fontidueño (Parroquia San Eduardo Rey). Construida en 1937, localizada al costado de la vía que conduce a Copacabana, sobre la margen derecha del río Medellín.
- Capilla Hato Viejo. Es la capilla más antigua del municipio y que aún se conserva. Es monumento nacional desde 1960; su significado es de tipo arquitectónico, cultural, histórico y religioso. Está ubicado en la calle 50 entre carrera 49 y 50.
- Convento y colegio de las hermanas de la Presentación. Es una construcción clausural del valor arquitectónico, cultural y religioso. Está localizado en la carrera 50 entre calles 47 y 48.
- Sitio arqueológico. Lugar ubicado en la parte alta de Salento; allí se han encontrado piezas de cerámica indígena; su significado es de tipo cultural e histórico.
- Casa Finca - Niquía Santamaría. Localizada en inmediaciones de Guasimalito, (sobre la Autopista Norte). Para el año de 1764 los terrenos fueron adquiridos por

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

José María Barrientos y en el año de 1850, la mitad de la posesión pasó a manos de sus sobrinos Marco Antonio y Manuel Santamaría. La casa funcionó desde el año de 1854 como hacienda panelera y aún puede verse en el portal de la finca la inscripción "Niquía 1854". La casa fue restaurada en 1980 por sus nuevos propietarios, y actualmente funciona como criadero de caballos.

- Estación Machado. Aunque no se tiene información sobre su fecha de construcción, debe decirse que su existencia ya se reportaba en el itinerario hacia Puerto Berrío en septiembre de 1914, en la Guía ilustrada de Medellín del año 1916 .

El turismo y las actividades recreativas de Copacabana tienen poca representatividad. Sin embargo, se destaca la presencia de diferentes hitos del territorio de importancia histórica, cultural y paisajística, aunque existen grandes deficiencias en cuanto a su planeación y a la dotación de equipamientos y políticas para lograr unos resultados con calidad. Como elementos de importancia turística se destacan:

- Alto de la Virgen: Turismo ecológico y religioso.
- Cerro de la Santa Cruz: Turismo ecológico y religioso.
- La Chuscala y el Barrio San Juan: Con potencial histórico, cultural y religioso.
- Piedras Blancas: Turismo ecológico

b) Empleo

De acuerdo con los resultados del Censo 2005, y a la encuesta de Calidad de Vida para el mismo año en los municipios de Bello y Copacabana, y como se observa en la Tabla 3.51, los niveles de dependencia económica superan el 50% de la población. Este índice corresponde a la relación entre el conjunto de la población menor de 15 años y mayor de 64, frente a la población del rango entre 15 y 64 años.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Tabla 3.51. Indicadores laborales en Bello y Copacabana. 2005

Población	Bello	%	Copacabana	%
Dependencia económica	202,517	54.50	31,168	50.90
Población en edad de trabajar	290,584	78.20	48,436	79.10
Población económicamente activa (PEA)	131,351	35.35	18,493	30.20
Población ocupada	110,300	83.97	15,721	85.01
Población desocupada	21,051	16.03	2,772	14.99

Fuente: DANE, Encuestas de calidad de vida y censo- Departamento Administrativo de Planeación - Dirección Sistemas de Indicadores y Departamento Nacional de Planeación

Si bien cerca de las cuatro quintas partes de la población total de ambos municipios (339.020 habitantes) que corresponden al 78,20% y 79,10% para Bello y Copacabana respectivamente, se encuentran en edad de trabajar, los datos señalan que para cada uno, solamente el 35,5% y el 30,20% corresponden con la oferta real en cada municipio (PEA), es decir, 149.844 personas.

El desempleo ha sido una de las mayores problemáticas existentes en estos municipios, y en tal sentido, para el caso de Bello, en 1996 se creó la Oficina de Empleo bajo los parámetros del Centro de Información para el Empleo SENA (CIES), donde se hace el registro de las respectivas vacantes.

De acuerdo con los valores de PEA obtenidos, en Bello y Copacabana se observan índices de desempleo con tasas de 16,03% y 14,99% que, en su mayoría, corresponden a la población que reside en las comunas y barrios con estratos socioeconómicos más bajos.

La información disponible señala que existe una mayor participación bajo la modalidad de obrero y empleado particular, con proporciones de 16,89% y 17,99% respectivamente. Se destacan también, los índices de contribución de la población como empleados oficiales, o como trabajadores independientes(véase Tabla 3.52).

Tabla 3.52. Estructura de la población por ocupación. 2005

Modalidad	Bello		Copacabana	
	Población	%	Población	%
No aplica	257.705	69,35	40.589	66,29
Obrero y empleado particular	62.760	16,89	11.015	17,99
Empleado Oficial	27.787	7,48	4.259	6,96
Trabajador independiente	13.063	3,52	3.046	4,97
Empleado doméstico	2.128	0,57	289	0,47
Jornalero	3.950	1,06	1.213	1,98
Trabajo Ocasional	4.198	1,13	823	1,34
TOTAL	371.591	100,00	61.234	100,00

FUENTE: Encuestas de calidad de vida Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2005 expandida. DANE, Censo 2005

c) Posición Ocupacional y Actividades Productivas

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

En el área de estudio, y en particular en los barrios de margen derecha del río Medellín, sus habitantes se ubican en el estrato socioeconómico 1 y 2, lo que se traduce en altos índice de pobreza y desempleo; consecuente con esta situación, la población económicamente activa se dedica principalmente a actividades de subsistencia, siendo predominante la modalidad de trabajadores independientes para el autoconsumo.

En el caso de los adultos, el bajo nivel de escolaridad reduce las posibilidades de empleo, dejándoles como alternativa el amplio espectro de posibilidades de la economía informal que caracteriza a la población, que de manera recurrente se ocupan como obreros, conductores, plomeros, coteros, carboneros, trabajadoras domésticas, tenderos, comerciantes, oficiales de construcción, vendedores ambulantes, vigilantes, madres comunitarias, mecánicos, secretarias, oficios varios, carpinteros y empleados entre otros.

En relación con la población joven, una vez terminada su formación académica escolar y secundaria, una buena parte pasa a engrosar las filas de desempleados, ante la carencia de recursos y de apoyo económico de sus familias, que en la mayoría de casos no permiten dar continuidad a sus estudios. Los cónyuges e hijos mayores de 10 años, en lo posible, colaboran con las actividades productivas para el sostenimiento de la familia, como el caso de buena proporción de mujeres, dedicándose principalmente a los oficios domésticos.

d) Condiciones de vida

El Índice de Calidad de Vida (ICV) es una medida del bienestar de la población y cuanto más cercano a 100, mejor será la calidad de vida de las personas y de los hogares bajo estudio. Dentro del departamento de Antioquia, el Valle de Aburrá se ha mantenido como una de las regiones con los mayores niveles de calidad de vida de la población, en vista de la facilidad de acceso a los diferentes servicios públicos y sociales básicos.

El Índice de necesidades básicas insatisfechas (NBI) define como pobre a todas las personas que habitan en viviendas inadecuadas o con servicios deficientes, hogares con hacinamiento crítico y con alta dependencia económica, hogares en los cuales el jefe tiene escolaridad inferior a 3 años o donde los niños en edad escolar no asisten a los centros de educación.

Desde esta perspectiva, las cifras arrojadas por el Censo General 2005 y el Departamento de Administrativo de Planeación de Antioquia, señalan que los municipios de Bello y Copacabana presentan indicadores de NBI de 19,70% y 12,80% respectivamente, que en términos de la desigualdad general para el departamento, que es del orden de 22,6%, los ubican en posiciones bastante favorables[30] (véase Tabla 3.53). En todos los casos, los valores reportados para las áreas rurales en relación con las cabeceras es bastante contrastante, por la recurrente menor posibilidad de acceso y oportunidad a las mismas condiciones de vida.

[30] Dentro de esta escala, mientras que el municipio de Envigado muestra el valor más bajo en todo el país con un porcentaje apenas superior al 5%, el municipio de Murindó registra uno de los valores más altos del país con un 97%.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Tabla 3.53. Pobreza por NBI, 2005

Municipio	% NBI		
	Urbana	Rural	Total
Bello	18,80	42,60	19,70
Copacabana	9,40	24,30	12,80

Fuente: Departamento administrativo de Planeación de Antioquia. Dirección de Sistemas de Indicadores. Nuevo SISBEN, 2005.

Conforme a los datos disponibles del DANE y el DAP para el año 2005, los indicadores de calidad de vida para el Valle de Aburrá señalan una proporción del 36,52% de miseria y pobreza. Dentro de este contexto, ambos municipios se ubican en el mismo rango (medio, entre 30% y 60%), sin embargo, con los valores de 44,26% y 34,31% para Bello y Copacabana respectivamente, estaría indicando un mayor grado de criticidad de la calidad de vida para el primero (véase Tabla 3.54).

Tabla 3.54. Indicadores de calidad de vida. Población pobre y en miseria. 2005

Municipio	Población en Miseria	%	Población en Pobreza	%	Participación Total	Calificación
Bello	69.007	18,57	95.491	25,69	44,26	Medio
Copacabana	1.904	3,10	19.112	31,21	34,31	Medio

Fuente: Departamento administrativo de Planeación de Antioquia. Dirección de Sistemas de Indicadores. Nuevo SISBEN, 2005.

e) Estratificación socioeconómica

La Ley 142 o Régimen de Servicios Públicos Domiciliarios de 1994 crea la estratificación socioeconómica como el indicador que rige la política en materia de tarifas. Ella constituye un instrumento que identifica a los hogares que carecen de capacidad de pago y no pueden acceder por sí mismos a los servicios públicos domiciliarios: energía eléctrica, acueducto y saneamiento básico. La estratificación incluye variables relacionadas con las características físicas de las viviendas, disponibilidad de servicios públicos domiciliarios, condiciones recreacionales y zonas verdes, estado de las vías, accesibilidad, transporte, entre otras.

En la Tabla 3.55 se observa una predominancia de viviendas en estratos bajo (2) y muy bajo(1), que en su conjunto alcanzan altas proporciones, de 59,66% y 59,77% respectivamente en Bello y Copacabana. En orden de importancia predomina el estrato medio – bajo (3), con más un tercio del total de las viviendas.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Tabla 3.55. Viviendas por estrato

Estrato	Bello		Copacabana	
	Unidades	%	Unidades	%
0	422	0,45	231	1,47
1	19.059	20,31	653	4,16
2	36.512	38,91	8.492	54,13
3	33.895	36,12	6.056	38,61
4, 5 y 6	3.959	4,22	255	1,63
Total	93.847	100,00	15.687	100,00

Fuente: DANE 2005, Área metropolitana. Encuesta de calidad de vida, 2005. Departamento Administrativo de Planeación de Antioquia - Dirección Sistemas de Indicadores - SISBEN 2005

f) Infraestructura vial y de transporte

Bello y Copacabana se inscriben dentro del mismo modelo del Valle de Aburrá, en términos de la conformación de la red vial troncal, como eje sobre el cual se desenvuelven los procesos de urbanización, en forma de corredores longitudinales (sur - norte), conforme a los limitantes que generan las vertientes montañosas del valle.

A partir de la segunda mitad del siglo XX, el desarrollo metropolitano, y en particular del ordenamiento físico espacial de Bello y Copacabana, está relacionado con un desarrollo lineal continuo en torno al río Medellín como principal eje estructurante del territorio, un sistema vial en la misma dirección y una infraestructura de servicios que han permitido el desarrollo de asentamiento poblacionales acordes con este patrón de distribución.

Dentro del sistema vial que facilita la integración de estos municipios con otras regiones del departamento y del país, se encuentran vías terrestres de primer orden como la Troncal Central de Colombia (Autopista Medellín-Bogotá), la Troncal Occidental y la Transversal Oriental, coincidentes estas dos últimas con el tramo de la Autopista Norte, entre la Estación Niquía del Metro y el municipio de Copacabana, donde se denomina “Doble Calzada Bello-Hatillo”, además del viaducto del Metro con su estación terminal en el sector de Niquía.

En el caso de Bello, y de acuerdo con la jerarquización vial propuesta por el Área Metropolitana, además de las anteriores, se consideran arterias principales la vía Acevedo-Machado, la continuación de la carrera 65 de Medellín, la Autopista Norte y el proyecto de circunvalares.

Por fuera de estos desarrollos viales, en el municipio de Bello existen otras dos categorías, vías colectoras y vías de servicio, en las diferentes comunas, con serias deficiencias en cuanto a infraestructura y potencialidad de movilidad. En el caso particular de Fontidueño, la única comunicación con el resto del área urbana se realiza a través del puente de Machado, que cruza el río Medellín aproximadamente a la altura del límite entre Bello y Copacabana, y el del intercambio vial de Zamora (puente de Acevedo), sobre el corredor de la autopista Medellín – Bogotá, lo que se ha traducido en un cierto nivel de aislamiento físico de la comuna que se ha traducido también en lo social.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Dado que el río se sigue imponiendo como una barrera para la comunicación entre Los costados este-oeste del municipio, se tienen proyectos de intercambios viales transversales a la altura de la quebrada La García y de la actual avenida 32 en Fontidueño.

Dentro de las propuestas del Plan Vial Metropolitano, el Plan de Ordenamiento de la Zona Norte, el Plan Estratégico para Medellín y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá entre otros, siguen cobrando vigencia algunos proyectos viales de suma importancia para dar solución a esta problemática, en la que se destaca la rehabilitación de la carrera 45 (Acevedo Machado) como vía alterna a la Doble Calzada Niquía Hatillo. Esta vía, sobre el antiguo camino de Fontidueño - Machado, que no obstante sus condiciones actuales, sigue siendo un eje importante de poblamiento e integración paulatina de las cabeceras urbanas.

De igual manera, el municipio de Copacabana se encuentra fuertemente impactado por las dinámicas metropolitanas, debido a que dos de los ejes anotados (Troncal Occidental -Doble calzada) y la vía a Machado (Calle 50), son ejes estructurantes sobre los cuales tuvo lugar el desarrollo urbano del municipio.

A nivel metropolitano existen cuatro propuestas de infraestructura vial, que involucran a Copacabana, y a la vez buscan resolver parte de los problemas de movilidad en su interior. Ellos son:

- Corredor Multimodal del Río. El Artículo 28 del Acuerdo Metropolitano 15 de 2006, señala que "Los Planes de Ordenamiento Territorial deben incorporar determinaciones para garantizar la continuidad del sistema regional del río, de tal manera que en la zona de crecimiento discontinuo se puedan aprovechar las condiciones naturales de éste, repartiendo el sistema vial principal entre las márgenes naturales izquierda y derecha, …".

  Este proyecto es de vital importancia para el municipio, en términos de su aprovechamiento para aliviar el tráfico vehicular que se tiene en la Calle 50 y mejorar la movilidad transversal que actualmente es muy deficiente.

- Tren de Cercanías o Tren Suburbano. Proyecto que hace parte del Corredor Multimodal del Río, y para los cual está reservada una faja de 18 metros.

- Circunvalares Oriental y Occidental. Dadas las fuertes pendientes en el costado sur del municipio, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá evaluó una nueva propuesta, donde las circunvalares sólo llegan al municipio de Bello, empalmando en la quebrada de Rodas. Se mantiene, sin embargo, la propuesta de circunvalar en el costado norte del municipio, para darle una nueva alternativa de comunicación regional por este costado al municipio.

- Doble Calzada Bello – Hatillo. Corredor vial de enorme importancia para el desarrollo económico y social no solo de Bello y Copacabana, sino también del Valle de Aburrá, por ser una vía con para la movilización y conexión de altos flujos con los demás municipios del Área Metropolitana.

- **Dimensión Cultural y política**

  a) Ocupación del territorio

A comienzos del siglo XVIII, el Valle de Aburrá se encontraba ocupado por hatos que concentraban pequeños núcleos de población a lo largo y ancho, entre ellos…

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

"… *el potrero de Barbosa, la parte más baja al norte, y continuando hacia el sur hallaríamos la Tasajera, Fontidueño y Hatoviejo. En la parte central del Valle el Sitio de Aná, el pueblo de San Lorenzo, el sitio de Guayabal, el sitio de la Culata, Santa Gertrudis (Envigado) e Itaguí en el extremo del sur*." [31]

El territorio de la porción norte de la Villa de La Candelaria estaba conformado por cuatro rancherías, cada una de ellas con su respectiva viceparroquia: "*el centro del Hato (18 familias), Fontidueño (5 familias), Niquía (4 familias), y la Madera." En 1613 Niquía pasó a llamarse Hatoviejo, para distinguirlo de otros hatos de fundación posterio*r".[32]

Para esta época, Fontidueño ya existía como un caserío de rancherías, habitado por colonos de la ciudad de Santa Fe de Antioquia, que se dedicaban a la crianza de ganado de leche, a la agricultura y a la minería de oro en los aluviones del río Medellín, y de veta en terrenos del sector La Mina, utilizando el agua de la quebrada Rodas.

A comienzos del siglo XX, Fontidueño fue reconocido como corregimiento mediante Acuerdo N°21 del 24 de marzo de 1923, el cual estaba conformado por familias del norte de Antioquia. Poco a poco se fue poblando el territorio en las partes media y baja, con gran número de inmigrantes de todo el Departamento. En la parte alta, sector La Mina, el poblamiento se dio por procesos de invasión, originados en la violencia política de mediados del siglo XX y la búsqueda de mejores alternativas de vida en la ciudad, que paulatinamente se fueron legalizando.

Dentro de este proceso histórico de ocupación del territorio, se destaca por su importancia, la aparición de un nuevo actor que marcó fuertemente la cotidianidad y las condiciones de vida de la población: se trata de la llegada en 1984 del Relleno Sanitario "Curva de Rodas", que desde entonces cambió por completo la imagen agradable del paisaje de fincas y frutales de la zona, por deforestación, montañas de desperdicios, contaminación, malos olores y las plagas.

De igual manera, el surgimiento en los últimos años de bandas juveniles y grupos armados de "limpieza social", contribuyeron en el deterioro de la imagen apacible de los barrios de la zona; con este fenómeno se hizo recurrente un escenario de violencia, que terminó por generar entre la población un clima de desconfianza, apatía y desarticulación de las relaciones vecinales, e interbarriales.

Si bien el proyecto se ejecutará en áreas sin desarrollar del municipio de Bello, la zona se inscribe dentro de un contexto de ocupación completamente citadino, donde a pesar de las diferencias en la condición socioeconómica de sus pobladores, podría hablarse de la existencia de un perfil de mezcla cultural urbana. Esta categoría denota a las gentes que habitan la zona de expansión urbana de los municipios de Bello y Copacabana, con un modelo de vida completamente articulado a la dinámica urbana del Valle de Aburrá, y que se expresan en un enorme sincretismo cultural, producto de la afluencia y la mezcla de población de diversas regiones del departamento y del país, entre ellos pobladores venidos de los municipios de Cisneros, Barbosa, Donmatías, Girardota, Copacabana, Turbo, San

[31] Pablo Rodríguez. Cabildo y vida urbana en el Medellín Colonial. 1675-1730. Colección Clío de Historia Colombiana. Universidad de Antioquia, Medellín, 1992.

[32] Municipio de Bello. Patrimonio Cultural del Municipio de Bello. Alcaldía Municipal. Departamento administrativo de Servicios técnicos. Bello. 1993

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Rafael, Ituango, Santa Fe de Antioquia, de algunos sectores de la zona Nororiental y Noroccidental de Medellín, junto con algunas familias negras procedentes del Chocó.

A grandes rasgos, el perfil cultural de sus pobladores puede definirse por la presencia de un patrón de asentamiento de núcleos de población, inicialmente dispersos como cabeceras de veredas y corregimientos, pero que con el paso del tiempo y con el crecimiento de las cabeceras, se fueron integrando como barrios del municipio; predominio de un modelo económico basado en relaciones de producción asalariadas, presencia estatal que asume la forma de prestación de servicios de buena calidad, existencia de prácticas religiosas con libertad de cultos, familia monogámica, educación formal, existencia de prácticas médicas occidentales y carencia o debilidad de vínculos de parentesco o vecindad, entre otras.

b) Organización social y participación en Bello y Copacabana

Los municipios asociados al área de estudio, tienen amplia experiencia en procesos de organización y participación social, especialmente el municipio de Bello, donde además de las Juntas de Acción Comunal (JAC), ha tenido una larga tradición de movimientos sindicales, especialmente textileros y aún de cooperativas de trabajadores. Estas últimas, estuvieron inicialmente asesoradas por diversas empresas textiles, pero en los últimos 20 años se convirtieron en importantes cooperativas de ahorro y crédito, algunas incluso con presencia metropolitana, como es el caso de COTRAFA.

No obstante, las organizaciones sociales más difundidas siguen siendo las Juntas de Acción Comunal, a pesar de la recurrente debilidad en procesos de autogestión y autonomía; se nota el aumento del clientelismo por parte de sectores políticos, que ven en este tipo de organizaciones comunitarias un buen escenario para esta clase de prácticas, que desvirtúan el verdadero sentido de la participación social, y que generan problemáticas como la corrupción, el poco apoyo por parte de la ciudadanía y la desconfianza hacia los mismos canales de participación comunitaria.

En los diferentes barrios no se percibe un vínculo de la comunidad en la gestión pública, que se demuestre en una participación verdaderamente activa de la población en la resolución de sus propios problemas. Se presentan pocas propuestas que redunden en el mejoramiento de la calidad de vida, y más bien ellas son de carácter puntual e inmediatista, situación que en parte se debe al escaso nivel de apropiación de los espacios y de los mecanismos y canales de participación.

Ambos hechos, que hacen parte de la nueva realidad económica y política de Colombia, han impedido que estas Juntas de Acción Comunal sean receptoras de recursos económicos, tanto del orden local como regional o nacional.

Al lado de estas organizaciones y en el marco de la Constitución Política de Colombia de 1991, la Ley 99 del Medio Ambiente y la existencia de diversos problemas ambientales, han surgido organizaciones, que en las diversas coyunturas que han tenido lugar en ambos municipios, han venido cumpliendo un papel destacado como interlocutores para dar solución concertada a las problemáticas en cuestión.

- **Organizaciones sociales en el municipio de Bello**

– Acción Comunal. Actualmente, al menos el 90% de los barrios y veredas de Bello tienen constituida las Juntas de Acción Comunal, pero como se anotó anteriormente, presentan baja capacidad de gestión para actuar sobre la realidad que las afecta.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

- Juntas administradoras locales (JAL). Están compuestas por personas elegidas por voto popular (ediles), para un período de cuatro años. Entre sus funciones se destacan la promoción de la participación y veeduría ciudadana y comunitaria en manejo y control de los asuntos públicos, así como el impulso de campañas necesarias para la protección y recuperación de los recursos naturales y del medio ambiente en cada la localidad. Actualmente existen 50 JAL en el municipio.
- Consejo Municipal de Planeación. Creado mediante Acuerdo 011 de 1998, expedido por el honorable Concejo Municipal. Está conformado por 19 personas que participaron activamente en el Plan de desarrollo 2004–2007, denominado El Norte del Nuevo Milenio.
- Veedurías ciudadanas. Inicialmente, fueron promovidas por la Contraloría Municipal. Actualmente existen 6 veedurías ciudadanas, pero solamente hay 3 inscritas en personería, lo que denota la precaria representación de las diferentes organizaciones comunitarias para el control social de la gestión pública, mínimos niveles de integración y articulación, además de no ser valoradas positivamente por algunos servidores públicos e instituciones que las consideran como una amenaza. Se destaca la Veeduría Ciudadana Relleno Sanitario Curva de Rodas, organismo creado en 1996 para servir como canal a la comunidad, atendiendo sus quejas y reclamos sobre el relleno sanitario. La integran habitantes de los barrios Fontidueño, Alcalá, Las Vegas y las urbanizaciones Luna Lunera, Los Ciruelos, Estación Primera y Cinco Estrellas.
- Comités locales de emergencia, similares y organizaciones afines. Este tipo de organizaciones son muy activas, especialmente en las épocas de lluvias, debido al desbordamiento de diversas quebradas que cruzan el municipio, especialmente la Quebrada La García. Existe la Cruz Roja, la Defensa Civil y el cuerpo de Bomberos.
- Comités de desarrollo y control social de los servicios públicos domiciliarios. Fueron creados por la Ley 142 de 1994 y por Resolución 656 de septiembre de 2001. En el área rural existen diversas juntas administradoras de acueductos veredales, siendo el más importante el del Corregimiento San Félix.
- Juntas municipales de deportes. Actualmente opera Deporbello, el cual tiene inscritos y reconocidos 50 clubes deportivos y recreativos, provenientes, la mayoría de ellos, de los diferentes barrios del municipio.
- Comités de participación comunitaria en salud. Funcionan en cada comuna, y son dirigidos y coordinados directamente por los hospitales y centros de salud existentes. Los más importantes operan en el Hospital Marco Fidel (Niquía), el Centro de Salud Playa Rica, Centro de salud Fontidueño y el existente en el barrio París.
- Clubes juveniles. Actualmente existen 25 grupos prejuveniles (7 a 12 años) y 25 juveniles. Están constituidos por jóvenes básicamente de estratos 1 y 2, entre 13 y 18 años.
- Mesas de trabajo juveniles. Además de los anteriores, éstas se dedican a diversas actividades, incluyendo las ambientales. Las mesas de trabajo operan básicamente en las comunas 1, 7, 8, 9 y 10, y están conformadas por unos 200 jóvenes

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

distribuidos en diversas comisiones: Cultura y expresión oral; movimientos juveniles; recreación, deporte y lúdica; perspectivas juveniles y ecología y medio ambiente.

- Adicionalmente, y según datos de la Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, en el municipio de Bello se registran otras organizaciones de la sociedad civil, conocidas como entidades sin ánimo de lucro (ESAL), las cuales se clasifican así:
  - Corporaciones 45
  - Fundaciones 3
  - Cooperativas 19
  - Fondos de empleados 2
  - Asociaciones Mutuales 2
  - Precooperativas 3
  - Asociaciones 33
  - Aso-padres 44

- **Organizaciones sociales en el municipio de Copacabana**

En el caso del municipio de Copacabana, existen las siguientes instancias y organizaciones sociales y comunitarias:

- Acción Comunal. Cada barrio y vereda de Copacabana cuenta con una Junta de Acción Comunal, para un total de 39.
- Mesa Ambiental. Hace parte de la Red Ambiental Metropolitana que coordina el Área Metropolitana del Valle de Aburrá
- Comités locales de prevención y atención de desastres, similares y organizaciones afines, como la Cruz Roja, la Defensa Civil y los Bomberos. También existen pequeñas unidades de bomberos en las fábricas textiles más importantes ubicadas en el municipio.
- Juntas Municipales de deportes. Actualmente opera la Junta de Deportes de Copacabana, la cual tiene inscritos y reconocidos 18 clubes deportivos y recreativos.
- Personeros Estudiantiles Municipales. Existen personeros en representación de cada uno de los colegios existentes en este municipio.
- Clubes juveniles. Actualmente existen 13 grupos prejuveniles (7 a 12 años) y 6 juveniles. Están constituidos por jóvenes de los barrios y veredas del municipio, básicamente de estratos 1 y 2, entre 12 y 18 años.
- Mesas de trabajo ambientales juveniles. Operan básicamente en las veredas y son independientes de la red Ambiental Metropolitana.

- **Contexto arqueológico**

El registro arqueológico identificado en diferentes sitios del Valle de Aburrá, ha permitido plantear algunas hipótesis sobre el origen de las diferentes modelos de sociedades que a través del tiempo habitaron la región, sus dinámicas de ocupación, la definición de sus fases de desarrollo, y los niveles de interacción entre diferentes culturas.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Dentro de este contexto y desde el punto de vista cultural e histórico, un primer periodo de la ocupación del Valle, estaría relacionado con la existencia de grupos humanos que al parecer ocuparon la región desde varios milenios atrás. Un segundo momento estaría definido por un modelo de vida sedentario, típico de grupos humanos con un amplio rango de estrategias económicas, como la agricultura, la minería, y sobre todo la existencia de la alfarería, cuyos productos han constituido el principal insumo para la identificación de las diferentes culturas arqueológicas. Sobre los orígenes culturales de este periodo cerámico, podría decirse que en el Valle de Aburrá se remontan por lo menos al siglo X antes de Cristo.

Desde esta perspectiva, se ha planteado para la región la existencia de varias tradiciones culturales con producciones alfareras y manifestaciones particulares, que igualmente hacían parte de una dinámica de ocupación en vastas regiones del departamento, aprovechando la gran diversidad ecológica y ambiental a lo largo de valles, altiplanos y vertientes cordilleranas.

Si bien todavía no es claro el origen de estas sociedades agroalfareras en el Valle del Aburrá, se sabe que se trata de grupos humanos de vocación fundamentalmente agrícola, al parecer con desarrollos que generaron procesos de diferenciación social y cultural, expresados en las tradiciones cerámicas denominadas “Ferrería”, “Marrón Inciso” y “Tardío”, que han constituido el principal referente para su caracterización arqueológica.

La distribución espacial de las evidencias culturales asociadas a la cerámica *Ferrería* en Valle del Aburrá, señalan la existencia de asentamientos desde el curso superior del río Medellín hasta el municipio de Girardota, en planos naturales de poca extensión, sobre pequeñas cimas de colinas, o en antiguas terrazas aluviales, cimas amplias de colinas erosionales en las partes bajas[33].

Por su parte la cerámica *Marrón Inciso*, uno de los principales referentes arqueológicos de los grupos humanos que habitaron un extenso territorio en el macizo central antioqueño y en el Valle del Aburrá, con buena densidad de evidencias de ocupación durante los primeros siglos de la era cristiana, denotan una distribución espacial en cimas planas, de colinas pequeñas y cuchillas, antiguas terrazas aluviales y en aterrazamientos artificiales sobre ladera, señalando una ocupación de tres pisos térmicos, en función de la explotación de un amplio espectro de recursos.

Las evidencias culturales que representan el periodo de ocupación para los últimos siglos anteriores a la conquista española y que se relacionan con el *Tardío*, señalan un patrón de asentamiento con sitios de viviendas dispersos, pero próximos a fuentes de agua, senderos y áreas con recursos bióticos y minerales que abarcaban diferentes pisos térmicos. Excavaciones realizadas en el cerro El Volador, indican su asociación con un patrón de enterramiento conformado por tumbas de pozo con cámara lateral, que representan viviendas indígenas de forma circular[34].

Dentro de este contexto se inscribe la ocupación prehispánica del Valle de Aburrá y en particular en la zona de estudio. Si bien la ocupación temprana del Valle de Aburrá ha sido poco estudiada, justamente en el sector de Niquía, se obtuvo uno de los primeros hallazgos

[33] Neyla Castillo, 1995;Gustavo Santos, 1998; Silvia Botero, et.al. 1998; Gonzalo Castro, 1998, GAIA, 1999

[34] Gustavo Santos. El marrón - inciso de Antioquia. Una población prehispánica representada por el estilo cerámico marrón inciso. Colección museo Universitario. Universidad de Antioquia. Medellín, 1993

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

que asocian la ocupación de la región con grupos de cazadores – recolectores, que al parecer habitaron esta porción del Valle de Aburrá entre 8.000 a 5.000 años antes de la era cristiana, como son dos puntas de proyectil elaboradas en la industria lítica bifacial. No obstante la importancia de este hallazgo, su aparición ocasional sin un claro contexto de interpretación, genera dudas sobre su real procedencia.

Sobre la ocupación humana en inmediaciones del área de estudio durante los primeros siglos de la era cristiana, puede anotarse el reporte de evidencias arqueológicas en la vereda del Cabuyal del municipio de Copacabana, relacionadas con la cerámica Marrón Inciso. Una prospección arqueológica en la cuenca de la quebrada La Chuscala, reportó la existencia de un yacimiento arqueológico en la parte alta de la cuenca, asociado a cerámica Marrón Inciso, para el cual se obtuvo una datación de 110 ± 80 d.C, dato que según la investigadora debe ser tomado con reserva[35].

Así mismo el sector norte del Valle de Aburrá, incluida el área de estudio, fue objeto de una prospección arqueológica durante la ejecución del proyecto "Desarrollo vial del Aburrá Norte". Dentro de esta investigación se reportaron 2 yacimientos arqueológios, el primero de ellos, en la abscisa K0 + 050, denominado Niquía, localizado frente a la estación del Metro en el municipio de Bello, sobre la margen derecha de la quebrada La Seca, y el segundo, en la abcisa K4 + 850, en la vereda El Moral, sobre la margen izquierda de la autopista norte. El material cerámico recuperado en este yacimiento se identificó como Marrón Inciso.

El área de estudio, y más específicamente el lote donde se construirá la futura Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello, se inscribe en una franja de terreno caracterizada por la existencia de una unidad de depósitos aluviales, con varios niveles de terrazas que afloran principalmente entre los sectores de Niquía y Girardota, y llanuras aluviales del río Medellín. Buena parte de estos sitios se encuentran completamente alterados o han desaparecido por la intensa explotación de material aluvial, limos, arenas y gravas.

En visitas de reconocimiento arqueológico al lote donde se construirá la planta, realizadas Noviembre de 2003 y Agosto de 2007, se pudo constatar el fuerte nivel de intervención antrópico de toda el área, por razones de diversa índole, entre ellas, la intensa actividad de explotación de materiales de playa, la adecuación de algunos sectores con llenos de escombros, la conformación de áreas para el beneficio de carbón de leña, la adecuación de una porción del terreno para adelantar un proyecto urbanístico, la existencia de un cementerio de automóviles, los trabajos de excavación del corredor de la tubería de abastecimiento de agua del proyecto Riogrande II hacia la planta de potabilización de agua Manantiales, la Subestación Eléctrica de Bello, y la existencia de una amplia zona para la recreación de los numerosos pobladores que frecuentan el lugar.

Sobre el costado Sur del lote, en la parte más alta, en la actualidad existe depósito de carros. En los alrededores de las ruinas de la que al parecer fue la finca de la conocida "familia Barrientos", se observan algunos muros de piedra, que de acuerdo con el testimonio de un habitante del sector, hacían parte de linderos de Corrales de cuya construcción él mismo participó[36].

---

[35] Ana Cristina Cuello. Reconocimiento y prospección arqueológica en el área comprendida por la cuenca de la quebrada la Chuscala, Copacabana (Antioquia). Tesis de grado. Universidad de Antioquia. Medellín. 2000

[36] Conversación Personal con Don Jairo Herrera, Encargado de la Hacienda Niquía.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

De acuerdo con ese testimonio, hace aproximadamente 8 años, lo que quedaba de la casa, lo mismo que buena parte de los terrenos, fue destruido para buscar "las guacas de los Barrientos". Estas acciones, al igual que las intervenciones en otras áreas del lote en cuestión, han derivado en la existencia de un paisaje completamente alterado, incluso en las áreas en las que por su altura por encima del nivel de llanuras de inundación, habría mayor posibilidad de identificar evidencias arqueológicas.

El registro arqueológico consta del conjunto de elementos de orden cultural depositados en las capas superficiales del suelo, que guardan entre sí relaciones espaciales y cronológicas, de acuerdo con el orden de deposición y de formación del suelo. En tal sentido, las actividades antrópicas que en diferentes momentos han alterado estas capas superficiales, constituyen los principales agentes de alteración de los posibles yacimientos arqueológicos que puedan haber existido en un lugar.

Bajo estas condiciones, y de acuerdo con este concepto, puede decirse que las actividades para la construcción de la futura Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello, en principio, no representan factores significativos de afectación del patrimonio arqueológico, en vista de la existencia de un potencial arqueológico bajo. No obstante estas consideraciones, los trabajos de remoción de las capas superficiales deberán estar supervisados por un arqueólogo, conforme a los lineamientos que para el efecto han el Instituto Colombiano de Antropología e Historia –ICANH- (véase capítulo 7, numeral 7.4.5).

3.4.2 Contexto Local

- **Distribución de la población y densidades por barrios y comunas**

La comuna 8 tiene una mayor participación poblacional dentro del total de la cabecera, después de la comuna 4 – Suárez -, que incluye el sector central del municipio, situación que por supuesto se traduce también en una alta densidad de ocupación. A modo de ejemplo del nivel de crecimiento y de intensidad de la ocupación de esta comuna, puede decirse que mientras que en el año 2004, el sector de Terranova apenas si era un lote con algunas construcciones, hoy corresponde a un complejo de habitación de torres y apartamentos, que alcanzan una población aproximada de 15.000 personas.

En contraste con esta situación, la comuna 9 - Fontidueño - presenta una baja participación con apenas un 3,80% del total de la población urbana de Bello, y una densidad relativamente alta, lo que podría explicarse por su localización sobre la otra margen del río Medellín, a la que solo se accede por los puentes de Zamora o de Machado, y a que está localizada más cerca de las pendientes de las vertientes orientales del Valle de Aburrá, lo cual constituye limitantes para la ocupación del territorio.

La comuna 8 – Niquía-, posee un territorio de 130,6 hectáreas (incluidas áreas industriales y sin desarrollar) y una densidad bruta promedio de 394,47 habitantes por hectárea. A pesar de su gran extensión, a finales del año 2003, esta comuna tenía poca población, pero con la aparición de nuevas urbanizaciones, rápidamente incrementó su densidad de habitantes por hectárea, con la construcción de al menos 2.811 nuevas unidades habitacionales, que se desarrollaron en los alrededores del Éxito, la Cooperativa de Consumo y la Estación Niquía del Metro, registrando un crecimiento del 36,6% en cuestión de 2 años.

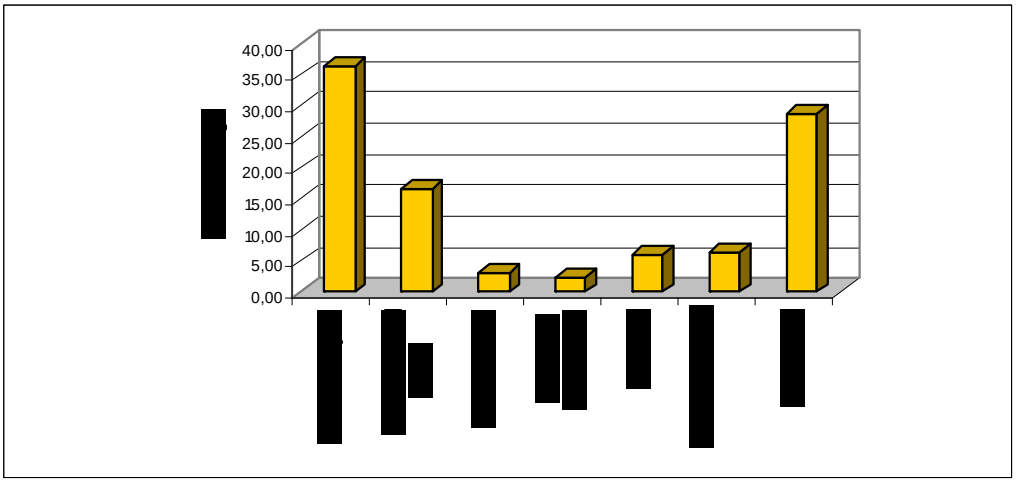
Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

En esta comuna también se encuentran el Batallón Pedro Nel Ospina, la Ciudadela La Navarra (véase Foto 44), el Polideportivo de Bello y la Unidad Deportiva Tulio Ospina, en terrenos que hacen parte del Parque Metropolitano. Estos desarrollos urbanos se encuentran ubicados fundamentalmente sobre una planicie que no supera el 10% de pendiente

Foto 44. Aspecto del barrio Navarra, entrada principal. Vivienda típica del sector.

Dentro de esta comuna, la población se distribuye preferencialmente en Ciudad Niquía, de mayor tradición de ocupación, y Terranova. En relación con estos barrios, debe decirse que no obstante tener los menores tamaños con 5,9 y 6,72 hectáreas respectivamente, su acelerado crecimiento vertical en edificios de apartamentos, hacen que actualmente presenten las mayores densidades de ocupación en la comuna 8 (véase Figura 3.33 y Figura 3.34).



Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Figura 3.33. Distribución por barrios de la población urbana Comuna 8- Niquía. Municipio de Bello.

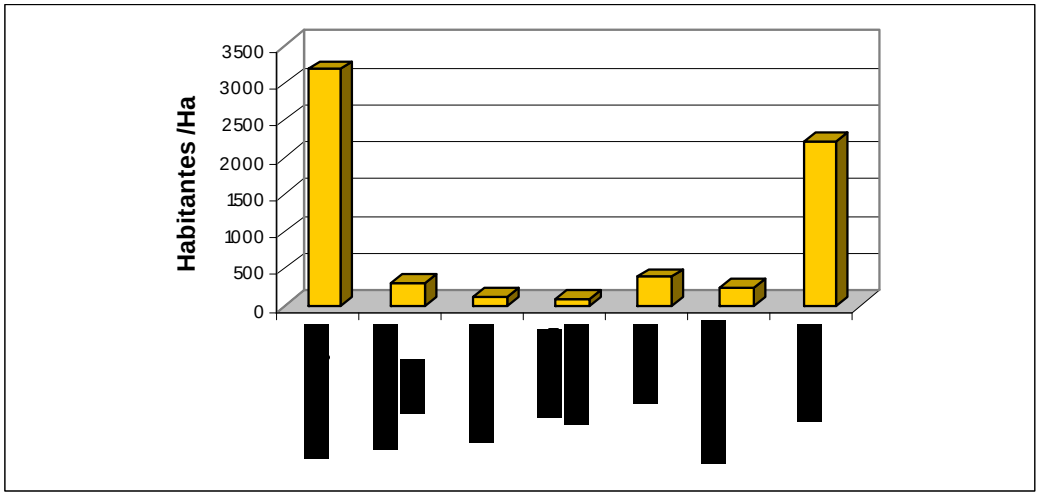


Figura 3.34. Densidad de población por Comuna 8- Niquía. Municipio de Bello.

En contraste con Niquía, la comuna 9 –Fontidueño-, está integrada esencialmente por barrios populares de estrato 1 y 2, como La Camila, Las Vegas, Fontidueño, Alcalá y Cinco Estrellas (véanse Foto 45, Foto 46 y Foto 47). El área total de su territorio es de 47,22 hectáreas y la densidad bruta promedio de 296,46 habitantes por hectárea.

Foto 45. Viviendas antiguas en el barrio Fontidueño, vía principal.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Foto 46. Vivienda campestre en el barrio Fontidueño.

Foto 47 Urbanizaciones nuevas en el barrio Fontidueño.

La comuna Fontidueño contribuye con apenas con un 3,80% del total de la población de Bello. Dentro de ella, los barrios Las Vegas y Fontidueño son los de mayor participación, con 36,79% y 29,09% respectivamente, a pesar de que el último posee el mayor tamaño territorial de la comuna. Consecuente con esta situación, el barrio Las Vegas presenta una concentración de población más alta, seguida del barrio Alcalá, con valores de 443,97 y 300,11 personas por hectárea respectivamente. Debe decirse sin embargo, que en relación con la comuna anterior, estos valores son bajos si se compara con las más de 3.000 personas por hectárea que habitan uno de los barrios de la comuna 8 (véanse Figura 3.35 y Figura 3.36)

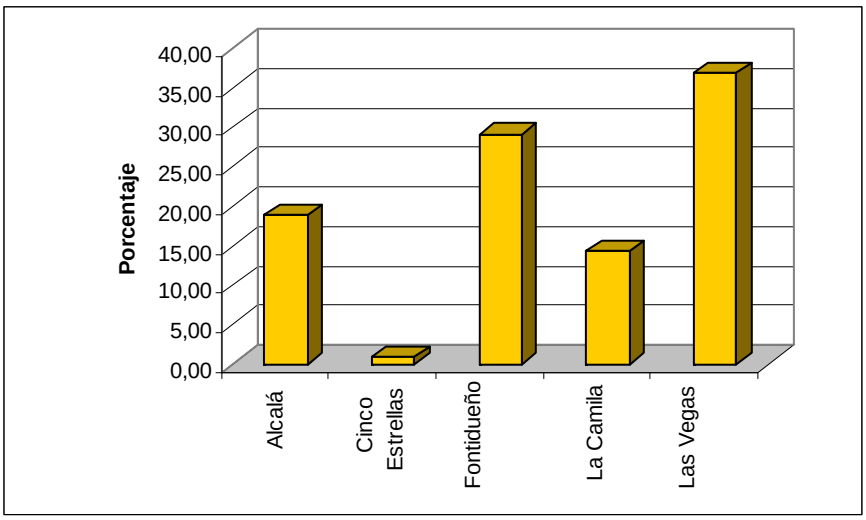


Figura 3.35. Distribución por barrios de la población urbana Comuna 9- Fontidueño. Municipio de Bello.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

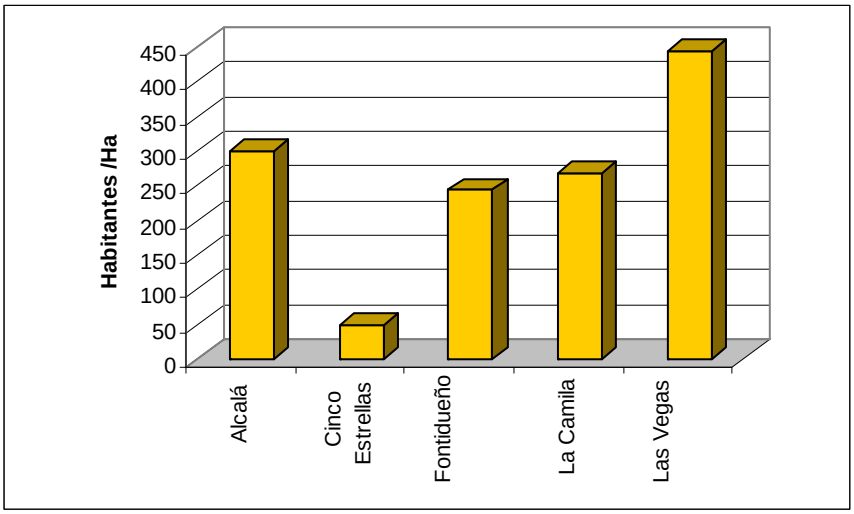


Figura 3.36. Densidad de población por Comuna 9- Fontidueño. Municipio de Bello

Esta comuna ha sido receptora de proyectos, que en diferente grado, han impactado de manera negativa a sus comunidades; se destacan por ejemplo, el relleno sanitario de la curva de Rodas, que operó hasta el año 2003 y por casi 20 años, la conducción de las aguas Riogrande – Manantiales con su impacto paisajístico, la localización de una empresa privada de curtiembres, pieles y grasas con sus niveles de contaminación, y la existencia la cárcel de Bellavista, entre otros.

La comuna en general presenta una gran deficiencia en cuanto a infraestructura vial, dado que se articula al resto del área urbana únicamente a través del puente de Machado, y el del intercambio vial de Zamora (puente de Acevedo), lo cual ha contribuido a un cierto aislamiento físico del resto del municipio.

Dentro del contexto municipal de Copacabana, el sector Suroeste del municipio, y en particular el barrio Machado, mantiene las condiciones generales descritas para Fontidueño, dado que junto con éste participan de una misma dinámica económica y de servicios, articulada al corredor vial de la margen derecha del río Medellín. En efecto, a pesar de corresponder a municipios diferentes, ambos barrios constituyen una misma unidad urbana, separada únicamente por la quebrada Rodas, límite natural entre Bello y Copacabana.

En el caso de los barrios del occidente de Copacabana, que integran el área de influencia local del proyecto, Machado presenta la mayor participación en la distribución de la población total urbana del municipio con el 11,62% (véase Tabla 3.56); sin embargo, por su tamaño territorial, su valor de densidad es relativamente bajo, alcanzando apenas 53,3 personas por hectárea. Debe decirse sin embargo, que este valor corresponde a una densidad bruta, ya que la población se concentra esencialmente en un núcleo de población contiguo al barrio Fontidueño (Bello), sobre la parte baja del barrio, a orillas del río Medellín.

Tabla 3.56. Distribución y densidad de la población en la cabecera de Copacabana

Barrio	Población	%	Extensión/has	Densidad
Resto área urbana	34.984	80,40	313,39	
El Pedregal	647	1,49	24,22	26,7

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

El Remanso	505	1,16	27,06	18,7
La Misericordia	2.320	5,33	30,36	76,4
Machado	5.057	11,62	94,89	53,3
Total	43.513	100,00	489,92	

Fuente: Datos de población suministrados por el SISBEN del municipio. 2006.

Foto 48. Barrio Machado

- **Servicios sociales**

  a) Salud

El estado de salud de la población en el área de estudio local del proyecto, se define conforme al perfil de morbilidad obtenido a partir de la recolección de los datos suministrados por la oficina de la Secretaría de Salud de Copacabana y la Dirección Local de Salud de Bello, que a su vez obtienen su información de las diferentes IPS que hacen presencia en los municipios, con base en atenciones en Salud prestadas y captadas a través de los Registros Individuales de Prestación de Servicios.

La población del área de influencia de cada centro de salud es la siguiente:

- Centro de Salud Fontidueño. Institución adscrita al Hospital Zamora, que atiende a los habitantes de los barrios Fontidueño, La Camila, Cinco Estrellas, Las Vegas, Alcalá, La Gabriela, y en algunos casos Guasimalito y Navarra, de la comuna 8 -Niquía-. Para el año 2005, se asumía que atendía una población de 33.863 habitantes de las comunas 9 -Fontidueño- y 10 -Acevedo-. Este centro es referenciado al Hospital Zamora E.S.E Acevedo-París-Fontidueño, con una población total asignada de 108.074, incluyendo los habitantes de la comuna 2 -La Madera-.
- Hospital de Niquía. Atiende esencialmente a los pobladores de la comuna 8 -Niquía-, a la cual, se asocian unos 40.067 habitantes, pero que de acuerdo con la patología,

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

el régimen de salud al cual pertenecen y la cercanía, se dirigen directamente al Hospital Marco Fidel Suárez, al cual se encuentra referenciado el hospital de Niquía, o a otros del Valle de Aburrá de nivel 2, siendo difícil rastrear en el municipio las principales causas de morbilidad.

- Hospital Santa Margarita. Atiende a la población del municipio de Copacabana, incluido el barrio Machado, que por su localización contiguo al barrio Fontidueño, bien podría ser servido por el Centro de Salud de este último barrio.

Con los antecedentes de la existencia de otros proyectos en el área que han generado efectos ambientales negativos importantes, relacionados con el tema de salud, sería deseable contar con información que permitiera hacer un rastreo de las principales causas de morbilidad por barrio (fundamentalmente en los barrios de la Comuna Fontidueño de Bello y Machado de Copacabana), de probable origen en la contaminación del aire y del agua, así como la evolución de tales indicadores en un cierto periodo; ello sin embargo no es posible, debido a que el registro de cada centro asistencial, no captura la información de procedencia del paciente, de tal manera que toda la información se presenta agregada por sede.

Si bien es reiterada la queja de la población sobre el incremento creciente de enfermedades respiratorias y de la piel, producto de las emisiones de contaminación por parte de las diferentes empresas que existen en la zona, las opiniones de los representantes de la salud del municipio dicen lo contrario; los estudios realizados por la Secretaría de Salud de Bello y el registro de atención de consulta del Centro de Salud de Fontidueño, muestran que esta población no registra un nivel de consulta más alto que el de otras comunas del municipio de Bello, ni siquiera en cuanto al tipo de enfermedades en cuestión.

En entrevista realizada en el año 2001, el entonces Director de Centro de Salud Fontidueño anotaba que en la comuna…

"…*Se han hecho estudios de salud de toda la población en general de Bello, estudios comparativos porque se creía que el relleno sanitario influía dentro de cierta enfermedades como son las diarreas y las enfermedades respiratorias; se logró comprobar… que no hay ningún incremento de esas enfermedades, y que la misma incidencia de Infecciones Respiratoria Aguda (IRA) y de Enfermedad diarréica aguda (EDA) se presenta en otros sectores de Bello y coincide con ciertas épocas del año, por el cambio climático*"[37] …

De todas maneras y como una estrategia para un acercamiento en este sentido, se presentan los datos de morbilidad del Hospital de Zamora (E.S.E. París – Acevedo – Fontidueño), que si bien no precisan información de procedencia (barrio), sí incluyen toda la información derivada del Centro de Salud de Fontidueño, que se corresponde más directamente con la población de los barrios pertenecientes a la Comuna - 9, comprometidos dentro del área de estudio local del proyecto.

De acuerdo a la Tabla 3.57, como en el caso de la morbilidad general del municipio, prevalece la hipertensión arterial como principal causa de morbilidad, con 2.739 y 3.097 casos en cada uno de los períodos evaluados, que corresponden a cerca de un tercio de la población atendida, señalando la importancia de este tipo de enfermedad crónica dentro de la población adulta.

[37] Ortiz Valencia. Op. Cit, 2001

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Tabla 3.57. Evolución de las diez primeras causas de morbilidad por consulta E.S.E. P.A.F

Causas de morbilidad	Casos Periodo 1		Casos Periodo 2		Evolución indicador
	No.	%	No.	%	
Hipertensión Esencial	2.739	27,37	3.067	27,49	11,98
Diabetes Mellitus no especificada	645	6,44	714	6,40	10,70
Vaginitis aguda	394	3,94	270	2,42	-31,47
Rinofaringitis aguda (resfriado común)	279	2,79	292	2,62	4,66
Infección de vías urinarias	258	2,58	298	2,67	15,50
Faringitis aguda no especificada	132	1,32	121	1,08	-8,33
Gastritis no especificada	181	1,81	99	0,89	-45,30
Parásitos intestinales	119	1,19	100	0,90	-15,97
Lumbago no especificado	143	1,43	199	1,78	39,16
Diarrea y gastroenteritis origen infeccioso	121	1,21	210	1,88	73,55
Otras causas	4.997	49,93	5.787	51,87	15,81
Total Trimestre	10.008	100,00	11.157	100,00	

Periodo 1: Primer Trimestre de 2005, Periodo 2: Segundo trimestre de 2006.
Fuente: Base de datos, Centro de Salud de Fontidueño E.S.E. P.A.F. Años, 2005 y 2006

Con una enorme diferencia porcentual de la primera, se destacan en segundo renglón los casos de Diabetes mellitus con una participación homogénea en cada periodo. En relación con las enfermedades que se relacionan con problemas de contaminación, se pueden señalar la Rinofaringitis aguda (resfriado común), faringitis aguda no especificada, gastritis no especificada, parásitos intestinales, y diarrea y gastroenteritis de origen infeccioso.

En el lapso comprendido entre el primer trimestre de 2005 y el primero del 2006, en términos generales se observa un ligero cambio favorable en las condiciones de salud, relacionadas con el tipo de enfermedades anotadas. En efecto, mientras que las consultas por rinofaringitis aguda (resfriado común) tuvieron un ligero crecimiento de 4.66%, las demás causas de morbilidad como faringitis aguda no especificada, gastritis no especificada y parásitos intestinales, disminuyeron como se observa en la Tabla 3.57. Si bien la participación de la enfermedad diarrea y gastroenteritis de origen infeccioso apenas corresponde a 1,21% y 1,88% del total cada periodo analizado, se destaca sin embargo una tendencia de crecimiento elevada, en comparación con las demás.

Particularmente para el barrio Machado de Copacabana, con un total de 5.057 habitantes en el año 2.005, fue imposible obtener datos de morbilidad debido a que los Registros de Prestación de Servicios (RIPS), no consignan información sobre procedencia – barrio del paciente, y que estos son consolidados para todo el municipio, de acuerdo con los reportes del Hospital Santa Margarita E.S.E, que presta atención médica a los barrios en cuestión, de tal manera que solamente pudo usarse como principal fuente, la información del Plan de Atención Básica (PAB) 2006.

b) Educación

En relación con la infraestructura educativa disponible en el entorno inmediato del proyecto, puede decirse que en la comuna Fontidueño se encuentran ubicadas varias instituciones educativas, siendo la más representativa la Institución Educativa de Trabajo San José, centro de gran tradición e importancia en el Valle de Aburrá, donde se reciben, capacitan y

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

resocializan consumidores habituales de drogas o jóvenes infractores, remitidos por jueces de menores.

En consecuencia con el nivel socioeconómico de la población, los datos de la Tabla 3.58 permiten observar diferencias entre las comunas 8 y 9 de Bello. En efecto, mientras que en Niquía predominan las instituciones educativas de carácter privado, en Fontidueño hay mayor número de instituciones oficiales, que atienden esencialmente a una población de estratos 1 y 2.

Tabla 3.58. Infraestructura educativa en las comunas del área de influencia del proyecto

Comuna Barrio	Establecimiento Educativo	Rector	Alumnos
Comuna 8 - Niquía	Institución Educativa La Navarra	Gloria Elsy Muñoz C.	615
Comuna 8 - Niquía	Institución Educativa Concejo de Bello	Fco. Javier Araque Cardona	1.422
Comuna 8 - Niquía	Colegio el Niquia*	Socorro Tejada F.	1.030
Comuna 8 – Niquía	Colegio Ana María Janer*		663
Comuna 8 – Niquía	Colegio Cevida*	María Trinidad Mesa	995
Comuna 8 – Niquía	Colegio Nazareth*	Hna. Manuela Burbano	889
Comuna 8 – Niquía	Colegio Nuestra Señora de Chiquinquirá*	Rodrigo de Jesús Meneses	1.363
Comuna 9 - Fontidueño	Institución Educativa La Gabriela	Juan Agustín Palacio M.	713

Tabla 3.58. Infraestructura educativa en las comunas del área de influencia del proyecto. (Continuación)

Comuna Barrio	Establecimiento Educativo	Rector	Alumnos
Comuna 9 - Fontidueño	Institución Educativa Las Vegas	César Augusto Moreno G.	956
Comuna 9 - Fontidueño	Institución Educativa Fontidueño Jaime Arango Rojas	Luis Fernando Muñetón	1898
Comuna 9 - Fontidueño	Institución Educativa de Trabajo San José	Elmer Antonio Saldaña S.	352
Comuna 9 - Fontidueño	Colegio Santo Domingo de Guzmán	Tte. Luz Mery Villa	829
Comuna 9 – Fontidueño	Preesc. Ardillita Dorada*	Gilberto Arroyave Ríos	36
Comuna 9 – Fontidueño	Colegio parroquial Juan Pablo II*	Pbro. Germán Giraldo V.	788
Total			**13.730**

Fuente: Secretaría de Educación para la Cultura y D.A.P. Anuario estadístico de Bello, 2004
*. Instituciones Educativas de carácter privado

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

c) Vivienda

De manera inversa al análisis de los índices de calidad de vida, mientras más cercano a 100, mayor se hace el déficit cuantitativo y cualitativo de viviendas, conforme a las condiciones generales de cantidad y calidad de viviendas requeridas para suplir las necesidades de la población.

De acuerdo con la escala para medir estas variables en Bello y Copacabana, en la mayoría de barrios de las comunas 8 y 9 del primero, y el sector occidental del segundo, las calificaciones que reflejan el déficit cuantitativo de vivienda, que se ubican en el rango 20,1 – 40, corresponden a los estratos socioeconómicos 2 y 3, como en el caso concreto de los barrios Fontidueño y Machado (véase Tabla 3.59). Por su parte Alcalá constituye el sector con menor índice viviendas requeridas.

En cuanto al déficit cualitativo, existe mayor calidad de las viviendas en los barrios ubicados en el estrato 3 (rango 0,1 – 25), al igual que en algunos de estrato socioeconómico inferior, como en el caso de los barrios Alcalá (Bello), Pedregal, El Remanso y La Misericordia (Copacabana). Con el mismo estrato, Machado y Las Vegas se ubican en el segundo rango (25,1 – 50), mientras que en Fontidueño el déficit cualitativo de vivienda se considera medio – alto. En la comuna Fontidueño, el barrio La Camila se ubica en los puntos más críticos en relación con la cantidad y calidad de viviendas necesarias para cubrir a su población, como se observa en la Tabla 3.59.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Tabla 3.59. Déficit cuantitativo y cualitativo de vivienda por barrios en el área de influencia del proyecto.

Municipio	Barrio	Estrato	Calificación déficit cuantitativo (Rango de variación)	Calificación déficit cualitativo (Rango de variación)
Bello Comuna 8 - Niquía	Ciudad Niquia	3	20,1 - 40	0,1 - 25
	Ciudadela del norte	3	20,1 - 40	0,1 - 25
	Guasimalito	2	20,1 - 40	50,1 - 75
	Hermosa Provincia	2	20,1 - 40	50,1 - 75
	Navarra	3	20,1 - 40	0,1 - 25
	Panamericano	3	20,1 - 40	0,1 - 25
	Terranova	3	20,1 - 40	0,1 - 25
Bello-Comuna 9 - Fontidueño	Alcalá	2	0,1 - 20	0,1 - 25
	Cinco Estrellas	2	20,1 - 40	50,1 - 75
	Fontidueño	2	20,1 - 40	50,1 - 75
	La Camila	1	40,1 - 100	75,1 - 100
	Las Vegas	2	0,1 - 20	25,1 - 50
Copacabana – Sector Suroeste	El Pedregal	2	0,1 - 20	0,1 - 25
	El Remanso	2	20,1 - 40	0,1 - 25
	La Misericordia	2	0,1 - 20	0,1 - 25
	Machado	2	20,1 - 40	25,1 - 50

Fuente: Área metropolitana. Déficit cualitativo y cualitativo de vivienda. Zona urbana Valle de Aburrá por barrios. Encuesta de calidad de vida 2005

d) Condiciones de vida

Mientras más cercano a 100, mucho mejor la calidad de vida de las personas y de los hogares bajo estudio. Dentro de este contexto, y dados los niveles de calidad de vida que caracterizan a los municipios del Valle de Aburrá, en términos de accesibilidad a los diferentes servicios públicos y sociales básicos, dentro del área de estudio local, se observan índices de calidad de vida relativamente aceptables, que oscilan entre 40,1 y 60. Como se observa en la Tabla 3.60, en el caso de los barrios Alcalá, Fontidueño y Machado, se mantiene el mismo rango de calidad de vida.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Tabla 3.60. Índice de Calidad de Vida (ICV) por barrios.

Municipio	Barrio	Calificación ICV (Rango de variación)
Bello Comuna 8 - Niquía	Ciudad Niquia	40,1-50
	Ciudadela del norte	50,1-60
	Guasimalito	40,1-50
	Hermosa Provincia	40,1-50
	Navarra	50,1-60
	Panamericano	40,1-50
	Terranova	50,1-60
Bello-Comuna 9 -Fontidueño	Alcalá	40,1-50
	Cinco Estrellas	40,1-50
	Fontidueño	40,1-50
	La Camila	40,1-50
	Las Vegas	40,1-50
Copacabana – Sector Occidental	El Pedregal	40,1-50
	El Remanso	50,1-60
	La Misericordia	40,1-50
	Machado	40,1-50

Fuente. Departamento de Administrativo de Planeación de Antioquia, 2005; Área metropolitana, Encuesta de calidad de vida 2005.

- **Conflicto social**

Al respecto, debe decirse que en la actualidad existen situaciones conflicto que puede reactivarse con la construcción y operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello. En el ámbito del área de estudio local, las comunidades mantienen viva la imagen de la fuerte incidencia de los efectos ambientales derivados del recién clausurado Relleno Sanitario Curva de Rodas, además de los impactos que actualmente se viene generando con la presencia de empresas de curtiembres.

En la Tabla 3.61 se muestra una relación de cada una de las acciones de control efectuadas por la comunidad para el cierre del Relleno Sanitario Curva de Rodas (RSCR).

De acuerdo con el diagnóstico por Comunas realizado para el Plan de Desarrollo del municipio de Bello 2004 – 2007, en Fontidueño se sigue reportando la existencia de efectos ambientales como producto de la contaminación generada por los rezagos del Relleno Sanitario, por la Cárcel de Bellavista, las empresas CONCRETODO, SEBERÍA y CURTIMBRES, junto con algunas marraneras y fundiciones que existen en la comuna 9. Al respecto, sin embargo, debe decirse que en opinión del Médico Isaac Cure, Administrador General del centro de Salud de Fontidueño, en la última década ha habido una disminución sustancial de los olores en el sector, a lo que ha contribuido también el cierre del relleno Sanitario de la curva de Rodas.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Tabla 3.61. Seguimiento a la operación del RSCR por parte de la comunidad

Fecha	Tipo de documento	Contenido
Agosto 22 de 1.997	Petición de la Veeduría Ciudadana a Corantioquia	Se solicita revisar expediente y licencia ambiental del Relleno Sanitario
Octubre 2 de 1.997	Denuncias de la Veeduría Ciudadana sobre anomalías y daños a la salud	Por el incumplimiento de EEVV en el tratamiento de los desechos sólidos, el Hospital Marco Fidel Suarez realiza recomendaciones a EEVV
Agosto 14 de 1.998	Memorial de la Veeduría ciudadana a los concejales de Bello.	Concluye solicitando que el manejo de las basuras sea ejecutada en otro lugar.
Mayo 19 de 1.999	Carta de la comunidad del barrio Fontidueño y Machado a CORANTIOQUIA	Denuncian la contaminación de la quebrada Rodas y su inconformidad con el parque hecho por EEVV en Fontidueño
Mayo 27 de 1.999	Denuncia en Inspección Primera Municipal de Policía	Un habitante de Fontidueño, denuncia la contaminación de la quebrada Rodas por lixiviados del Relleno, en la diagonal 43ª con av. 30
Junio 16 de 1999	Reunión de la comunidad aledaña al relleno sanitario con CORANTIOQUIA	CORANTIOQUIA presenta el estado actual del Relleno Sanitario
Septiembre 26 de 2000	Comunicado de CORANTIOQUIA a las comunidades aledañas al Relleno	Expone una síntesis de las gestiones realizadas por la Corporación respecto al asunto del Relleno Sanitario

Fuente: Expediente Relleno Sanitario Curva de Rodas

Si bien el conflicto social en los últimos años estuvo asociado a la situación de violencia generalizada, que aunque en menor proporción todavía tiene lugar en algunos sectores del área estudiada, el deterioro ambiental relacionado con los proyectos anotados ha constituido una de las mayores motivaciones para la organización social de las comunidades, para hacer frente éstas y a las nuevas situaciones de conflicto que pudieran presentarse en la zona.

- **Actividades económicas**

En la Tabla 3.62 se hace una relación de las principales actividades económicas del municipio de Bello, y su distribución en los barrios que hacen parte del área de estudio del proyecto.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Tabla 3.62. Zonificación de actividades Económicas por Barrios. Anuario Estadístico. 2004

Zona	Barrios	Comercio	Servicios	Industria	Total zona
Zona 2	Santa Rita, Zamora, Acevedo, La Gabriela, Las Vegas, La Camila, Fontidueño, Machado, Alcalá, Urbanización Alpes del Norte, Navarra y Guasimalito	230	94	41	365
Zona 8	Alto Niquía, Niquía, Ciudad Niquía, Panamericano y Quitasol	410	226	93	729
	Total establecimientos	**640**	**320**	**134**	**1.094**

Fuente: Municipio de Bello, Plan de desarrollo 2.004 - 2007

En el caso de Copacabana, Pedregal y Machado presentan dinámicas importantes de comercio básico, mientras que la industria se concentra esencialmente en el corredor de la calle 50, desde el barrio Machado hasta los barrios La Misericordia y El Remanso, en zonas consolidadas y con mayor densidad de ocupación del municipio, lo que genera conflictos con los usos permitidos, por tratarse en la mayoría de los casos, de sectores residenciales. La extracción minera por su parte tiene lugar de manera tradicional en la franja comprendida entre Machado y la Misericordia, que todavía no ha sido reglamentado, así como explotaciones de material de playa cerca del barrio Pedregal.

3.4.3 Área de estudio puntual

El área de estudio puntual del proyecto Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello, es el lote ubicado en el municipio de Bello, al norte del Valle de Aburrá, el cual tiene una extensión de 45 hectáreas, delimitado por las quebradas Niquía al Noreste y La Seca al Suroeste, la Autopista Norte o Troncal de Occidente al Noroeste y el río Medellín al Sur.

Este predio, denominado Las Pistas, propiedad de las Empresas Públicas de Medellín E.S.P., hoy constituye un espacio abierto para la recreación y el deporte de numerosos pobladores, no solo de Bello y Copacabana, sino también de otros municipios del Valle de Aburrá, que fundamentalmente los fines de semana se desplazan al lugar para disfrutar de las diversas actividades recreativas que de manera informal se efectúan en el sitio, o simplemente para disfrutar del deporte y del tiempo libre.

Poco a poco numerosos espacios y actividades que allí tienen lugar, se han ido incorporando a la cotidianidad de los visitantes, entre ellos, los bañaderos en la quebrada La Seca cerca de la Subestación Eléctrica de Bello, riñas de gallos, alquiler de burros y caballos, y competencias de motos entre otras, así como prácticas deportivas por parte de estudiantes de academias militares, cursos y prácticas de conducción en academias o de manera ilegal (véase Foto 49).

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Foto 49 Actividades recreativas, de esparcimiento y comerciales que se desarrollan en el lote.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Al lado de esta dinámica que tiene lugar esencialmente los fines de semana, ha surgido también una intensa actividad económica informal, por parte de algunos pobladores que desde hace algunos años ocupan el sitio, o que semanalmente se desplazan a “las pistas” desde sus lugares de origen, incluso desde municipios vecinos, para vender sus productos a los visitantes.

Además del uso recreativo y de comercio informal que desde tiempo atrás se viene dando al predio, existen también otras prácticas a través de las cuales se benefician algunos pobladores, como es el caso de la actividad económica de la quema de carbón, de amplio consumo en todo el Valle de Aburrá, y de la que dependen al menos 18 personas. Debe aclararse que en ninguno de los casos, y no obstante el tiempo de permanencia del predio, poseen títulos de propiedad, en vista de que el proceso de ocupación se fue dando mediante la apropiación y uso del mismo (invasión).

Como en el caso anterior, algunos quemadores de carbón ocupan también construcciones provisionales de madera, zinc, con pisos de cemento o baldosa. En la actividad participan igualmente trabajadores que diariamente se desplazan desde barrios vecinos.

En la Tabla 3.63 se hace una relación de las personas que actualmente ocupan el predio de manera permanente o transitoria, y que desarrollan en el lugar alguna actividad comercial, de acuerdo con las encuestas elaboradas por Empresas Públicas de Medellín E. S. P.

Tabla 3.63. Población ocupante del predio que hace uso comercial del predio

Nombre	Descripción
Carlos Andrés Zapata	Habita en el sitio de manera permanente desde hace 3 años con su esposa y dos hijos. Su casa es de techo y paredes de madera, y piso de baldosa. Posee un “mecatiadero”, que atiende al público básicamente los fines de semana, obteniendo ingresos mensuales promedios de 1.300.000, y en la que genera un jornal.
Darío Gómez	Viene de Don Matías. Se reconoce como arenero y ejercía la actividad en la quebrada Niquía hace 22 años y desde hace 18 años ocupa el sitio de manera permanente, donde es propietario de un establecimiento que incluye gallera, venta de comestibles, gaseosa y cerveza. Ofrece servicios al público los fines de semana después de las 2 pm. Genera 11 jornales en las tardes, cuando hay gallos. Por su actividad obtiene ingresos mensuales de aproximadamente $ 2,000.000.
María del Carmen Zapata.	Junto con Darío Gómez es la persona de mayor antigüedad en el sitio de Las Pistas. Al lado de su esposo, se desplaza al sitio desde Navarra los fines de semana desde hace 12 años. En un cambuche administra su negocio de almuerzos, fritos, gaseosas, agua y cerveza, el cual le permite ingresos mensuales aproximadamente 1.500.000 pesos.

También existe un grupo de productores o quemadores de carbón, conformado al menos por 18 personas, que habitan o se desplazan al sitio desde Bello, Copacabana, o desde barrios aledaños como Fontidueño, Machado, Niquía, y Las Vegas, para laborar en la producción de carbón vegetal. Están distribuidos en dos grupos de trabajo; el primero ubicado cerca de la gallera, y el segundo contiguo a la Subestación Eléctrica de Bello, en el costado Sur del predio.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Cada persona trabaja de manera independiente, y contrata jornaleros para cortar y arrumar la madera, conforme al monto de carbón requerido en el mercado, generando una productividad mensual de 60 bultos de carbón aproximadamente. Si bien existe una tradición en esta actividad económica en el lugar, que se remonta a más de 20 años, con fuerte sentido de arraigo por el sitio donde se desarrolla, existen escasos vínculos de solidaridad entre sus miembros, que deriva en la dificultad para adelantar proyectos de beneficio común para el mejoramiento de las condiciones en el ejercicio de dicha actividad.

Por su reconocimiento, permanencia en el sitio o por el nivel de empleo que genera, dentro de este grupo de población se destaca por ejemplo el caso de don Luis Arturo López Moreno, arenero durante 24 años, que habita en el sitio de manera permanente en una vivienda con techo de madera y plástico, paredes de madera y piso de tierra. Además de los señores Carlos Gabriel Valdés Munera, Henry de Jesús González Arango, Ricardo de Jesús Agudelo González, José Aparicio González Martínez y Luís Arturo González Martínez, entre otros. En la Tabla 3.64 se hace una relación de cada uno de los carboneros identificados en el área de estudio.

Tabla 3.64. Personas que desarrollan la Quema de carbón vegetal en el sitio

Nombre	Ingreso mensual aproximado	Tiempo en el Predio	Procedencia
Carlos Gabriel Valdés Munera	1.000.000	13 años	Las Vegas
Henry de Jesus Gonzalez Arango	800.000	13 años	las pistas
Darío de Jesús Gutiérrez Correa	900.000	4 años	Machado
Ricardo Antonio López Hurtado	600.000	4 años	Fontidueño
Arturo López Moreno	---	25 años	Las Pistas
Ricardo de Jesús Agudelo González	200.000	13 años	Machado
José Aparicio González Martínez	4.000.000	4 años	Las Pistas
Luís Arturo González Martínez	4.000.000	5 años	Las Pistas
Fredy Arturo Pérez	800.000	13 años	Fontidueño
Eduardo de Jesús Valdés Múnera	867,400	13 años	---
José Leonardo Martínez González	1.200.000	3 años	Barrio Obrero
Pedro Antonio González Agudelo	500.000	4 años	Machado
Gildardo de Jesús Martínez Hurtado	2.000.000	3 años	Copacabana
Luis Eduardo Velásquez Vázquez	1.200.000	5 años	Bello
Libardo Alberto Velásquez Vásquez	1.200.000	5 años	Bello
Jesús Fredy Agudelo	1.200.000	5 años	Bello
Leon Albeiro González González	800.000.00	4 años	Machado

Se destaca también un grupo de personas que los domingos y festivos se desplazan desde barrios vecinos al sitio de Las Pistas, para administrar sus negocios informales de comidas, fritos, cervezas, gaseosa o frutas, con los que obtienen ingresos diarios que oscilan entre 15.000 y 60.000 pesos aproximadamente, como se observa en la Tabla 3.65.

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Tabla 3.65. Personas que trabajan en el predio domingos y festivos

Nombre	Ingreso mensual aproximado	Tiempo en el Predio	Tiempo convertido a años
Edwin Antonio Yarce	1,350,000.00	9	1.80
Ana Beiba Ramírez Suárez	433,700.00	9	1.80
Blanca Nubia Pérez Sierra	900,000.00	8	1.60
Rafael Ángel Gómez Cavaría	433,700.00	8	1.60
Martha Cecilia Vásquez Pérez	433,700.00	8	1.60
María Nubia Restrepo de Toro	900,000.00	8	1.60
Gabriel Salvador Toro S.	433,700.00	8	1.60
Gloria Patricia Toro Restrepo	600,000.00	8	1.60
Jairo Leon García Acevedo	433,700.00	8	1.60
Beatriz Elena Toro Restrepo	300,000.00	8	1.60
Luz Miriam Muñoz Echeverri	2,400,000.00	12	2.40
Jorge Giovanny Coronado C.	433,700.00	12	2.40

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DEL PROYECTO.....3.1

3.1 área de estudio.....3.1

3.2 Medio Abiótico.....3.1

3.2.1 Geología.....3.1

3.2.2 Geomorfología.....3.6

3.2.3 Suelos.....3.6

3.2.4 Hidrología.....3.7

3.2.5 Calidad del agua.....3.8

3.2.6 Hidrogeología.....3.32

3.2.7 Geotecnia.....3.33

3.2.8 Atmósfera.....3.39

3.3 medio biótico.....3.50

3.3.1 Ecosistema Terrestre.....3.50

3.4 medio socioeconómico.....3.90

3.4.1 Contexto Regional.....3.90

3.4.2 Contexto Local.....3.129

3.4.3 Área de estudio puntual.....3.142

Tabla 3.1 Unidades geomorfológicos en la zona de estudio.....3.6

Tabla 3.2 Relación de parámetros monitoreados.....3.8

Tabla 3.3. Parámetros evaluados in-situ.....3.12

Tabla 3.4 Muestreo de parámetros de calidad del agua......3.13

Tabla 3.5 Normas de calidad para diferentes usos del agua.....3.13

Tabla 3.6. Valores extremos de los parámetros monitoreados por Empresas Públicas de Medellín E.S.P, en el período 2002 - 2007.....3.18

Tabla 3.7. Pesos para cada parámetro.....3.18

Tabla 3.8. Clasificación de la calidad del agua.....3.19

Tabla 3.9. Índice de Calidad del Agua por sitio de muestreo.....3.19

Tabla 3.10. Puntajes BMWP/Col (Roldán, 2003):.....3.20

Tabla 3.11. Clases de calidad, valor y significado ambiental del índice BMWP/Col (Roldán, 2003).....3.21

Tabla 3.12. Macroinvertebrados encontrados. Agosto de 2007......3.23

Tabla 3.13. Resultados de los índices en las estaciones estudiadas. Agosto de 2007......3.26

Tabla 3.14. Resultados del Índice BMWP según Roldán 2003.....3.27

Tabla 3.15. Registro taxonómico y densidades (org/cm^2) registradas en el análisis cuantitativo de las algas perifitícas.....3.30

Tabla 3.16. Índice de calidad ambiental.....3.48

Tabla 3.17. Coberturas vegetales del área de influencia de la planta.....3.52

Tabla 3.18. Categorías de coberturas por polígono en la planta.....3.55

Tabla 3.19. Resumen de parámetros del inventario en cada cobertura.....3.57

Tabla 3.20. Listado de especies identificadas, número de individuos y volúmenes estimados.....3.58

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Tabla 3.21. Coordenadas sitios de muestreo 3.72
Tabla 3.22. Listado de aves registradas durante el muestreo 3.73
Tabla 3.23. Especies de aves capturadas durante las labores de muestreo 3.77
Tabla 3.24. Mamíferos presentes en el área de estudio 3.82
Tabla 3.25. Especies de anfibios y reptiles para el área de estudio 3.84
Tabla 3.26. Resumen de especies registradas en el anterior y en el presente estudio 3.86
Tabla 3.27. Listado de aves registradas durante el estudio de línea base (2003) y el presente estudio (2007). 3.87
Tabla 3.28. Generalidades municipios de Bello y Copacabana 3.90
Tabla 3.29. Generalidades geográficas municipios de Bello y Copacabana 3.91
Tabla 3.30. División administrativa del municipio de Bello. (Área Urbana) 3.91
Tabla 3.31. División administrativa del municipio de Copacabana 3.93
Tabla 3.32. Distribución de la Población en el área Metropolitana 3.94
Tabla 3.33. Densidad de la población en los municipios de Bello y Copacabana 3.95
Tabla 3.34. Distribución y densidad de la población por Comunas. Municipio de Bello (2005) 3.95
Tabla 3.35. Distribución y densidad de la población por barrios. Municipio de Copacabana (2005) 3.96
Tabla 3.36. Evolución de la población de los municipios del área metropolitana 3.97
Tabla 3.37. Estructura de la población 3.98
Tabla 3.38. Cobertura de servicios públicos. 2005 ....3.101
Tabla 3.39. Diez primeras causas de morbilidad general (CIE-10) agrupadas en 298 grupos para el municipio de Bello, 2005 ....3.103
Tabla 3.40. Diez primeras causas de morbilidad por consulta externa y urgencias en menores de 5 años. Bello, 2005. ....3.104
Tabla 3.41. Diez primeras causas de morbilidad general (CIE-10) agrupadas a 298 grupos para el municipio de Copacabana, 2006 ....3.105
Tabla 3.42. Diez primeras causas de morbilidad por consulta externa y urgencias en menores de 5 años. Copacabana, 2006 ....3.105
Tabla 3.43. Enfermedades de notificación al sistema de vigilancia –SIVIGILA– 2006 ....3.106
Tabla 3.44. Principales causas de mortalidad general en el municipio de Bello, año 2005. ....3.107
Tabla 3.45. Mortalidad en el municipio de Copacabana, año 2005 ....3.107
Tabla 3.46. Indicadores educativos para los municipios de Bello y Copacabana. 2005 ....3.108
Tabla 3.47. Nivel educativo para los municipios de Bello y Copacabana. 2005 ....3.109
Tabla 3.48. Tipología de viviendas 3.110
Tabla 3.49. Hogares y viviendas ajustados, a Junio 30 de 2005 ....3.111
Tabla 3.50. Unidades económicas por tipo de actividad 3.111
Tabla 3.51. Indicadores laborales en Bello y Copacabana. 2005 ....3.118
Tabla 3.52. Estructura de la población por ocupación. 2005 ....3.118
Tabla 3.53. Pobreza por NBI, 2005 ....3.120
Tabla 3.54. Indicadores de calidad de vida. Población pobre y en miseria. 2005 ....3.120
Tabla 3.55. Viviendas por estrato 3.121
Tabla 3.56. Distribución y densidad de la población en la cabecera de Copacabana 3.133
Tabla 3.57. Evolución de las diez primeras causas de morbilidad por consulta E.S.E. P.A.F 3.136

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Tabla 3.58. Infraestructura educativa en las comunas del área de influencia del proyecto 3.137
Tabla 3.59. Déficit cuantitativo y cualitativo de vivienda por barrios en el área de influencia del proyecto. 3.139
Tabla 3.60. Índice de Calidad de Vida (ICV) por barrios. 3.140
Tabla 3.61. Seguimiento a la operación del RSCR por parte de la comunidad 3.141
Tabla 3.62. Zonificación de actividades Económicas por Barrios. Anuario Estadístico. 2004 ..... 3.142
Tabla 3.63. Población ocupante del predio que hace uso comercial del predio 3.144
Tabla 3.64. Personas que desarrollan la Quema de carbón vegetal en el sitio 3.145
Tabla 3.65. Personas que trabajan en el predio domingos y festivos 3.146

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Figura 3.1: Mapa geológico tomado de la MZSVA (1996).....3.2
Figura 3.2. Contraste de Riqueza numérica y Abundancia. Agosto de 2007.....3.26
Figura 3.3. Perfil de abundancia de organismos en las diferentes estaciones 3.27
Figura 3.4. Perfil de abundancia (org/cm^2) de los géneros registrados en los sitios de muestreo.....3.30
Figura 3.5. Contraste general de riqueza numérica y la densidad total registrada en los tres sitios.....3.31

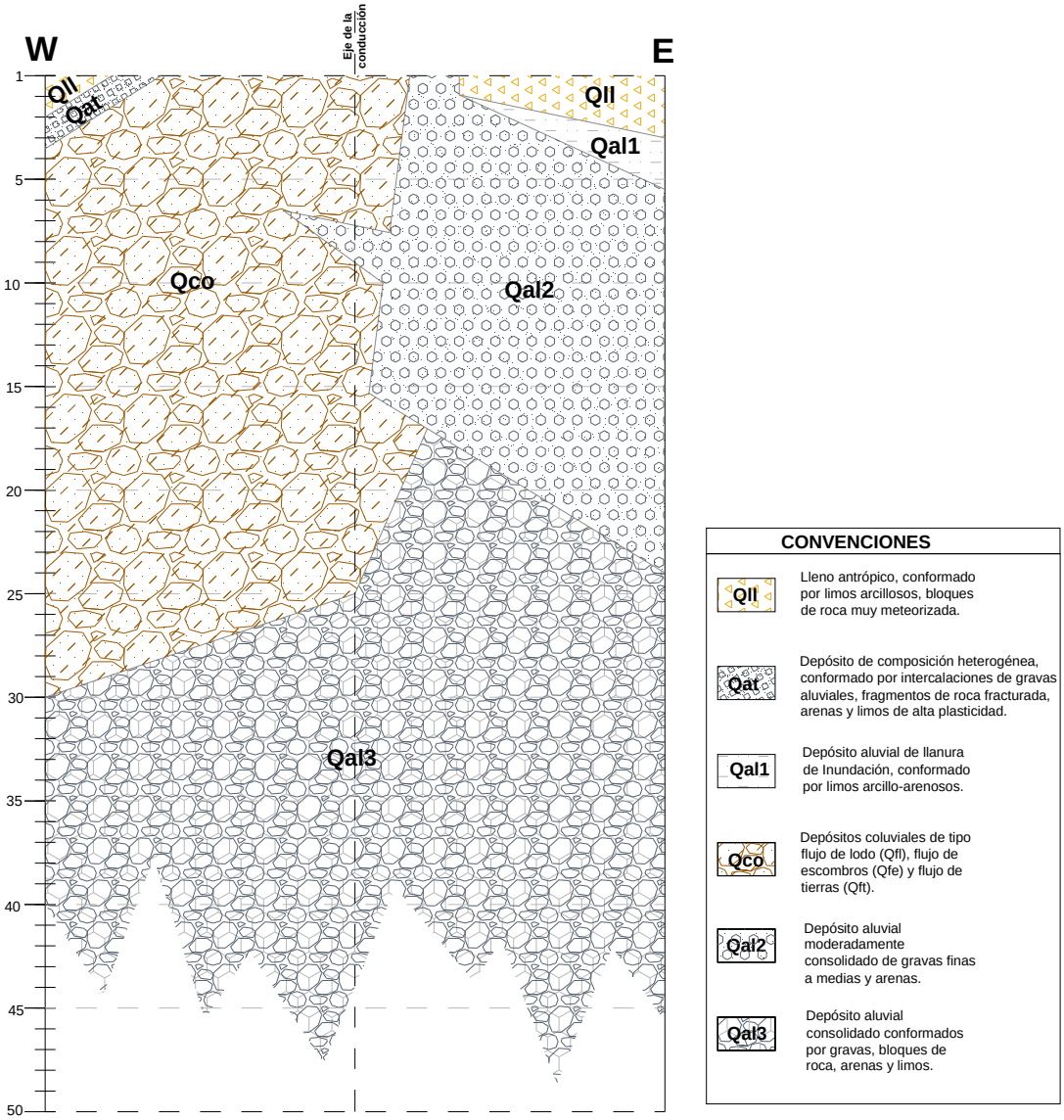


Figura 3.6. Perfil estratigráfico generalizado.....3.34
Figura 3.7. Mapa de zonificación sísmica extractado de la MZSVA, municipio de Bello.....3.38
Figura 3.8. Temperatura promedia diaria 3.39

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.

Figura 3.9. Humedad relativa promedia diaria....3.40
Figura 3.10. Rosa de Vientos....3.41
Figura 3.11. Velocidad promedia diaria....3.41
Figura 3.12. Evaluaciones de PST en PTAR Norte....3.43
Figura 3.13. Evaluaciones de Dióxido de Azufre (SO_2) en PTAR Norte....3.44
Figura 3.14. Evaluaciones de Dióxido de Nitrógeno (NO_2) en PTAR Norte....3.44
Figura 3.15. Simulación de la concentración de NO_2 mediante el Sistema de Información de calidad del aire....3.45
Figura 3.16. Concentración promedio horaria de Monóxido de Carbono, subestación eléctrica Bello....3.46
Figura 3.17. Concentración promedio horaria de Monóxido de Carbono, lote Navarra – portería sur....3.46
Figura 3.18. Concentración promedio horaria de Monóxido de Carbono, lote Navarra – portería norte....3.47
Figura 3.19. Concentración promedio horaria de Monóxido de Carbono, barrio Navarra....3.47
Figura 3.20. Resultados de ruido para período diurno en PTAR Norte....3.49
Figura 3.21. Resultados de ruido para periodo nocturno en PTAR Norte....3.49
Figura 3.22. Clasificación de las coberturas vegetales y su ubicación en la zona del proyecto....3.52
Figura 3.23. Distribución de los volúmenes e individuos por coberturas....3.57
Figura 3.24. Distribución de las familias de avifauna presentes en el área de estudio....3.76
Figura 3.25. Curva de acumulación de especies de avifauna....3.80
Figura 3.26. Gremios tróficos presentes para la avifauna en el área de estudio....3.81
Figura 3.27. Gremios tróficos presentes para los mamíferos en el área de estudio....3.83
Figura 3.28. Gremios tróficos para la herpetofauna (anfibios y reptiles) encontrados en el área de estudio....3.86
Figura 3.29. Nivel de participación dentro del total de población del área metropolitana....3.94
Figura 3.30. Evolución de la población de los municipios de Bello y Copacabana....3.97
Figura 3.31. Estructura de la población por sexo y grupos de edad - Bello....3.99
Figura 3.32. Estructura de la población por sexo y grupos de edad - Copacabana....3.99
Figura 3.33. Distribución por barrios de la población urbana Comuna 8- Niquía. Municipio de Bello....3.131
Figura 3.34. Densidad de población por Comuna 8- Niquía. Municipio de Bello....3.131
Figura 3.35. Distribución por barrios de la población urbana Comuna 9- Fontidueño. Municipio de Bello....3.132
Figura 3.36. Densidad de población por Comuna 9- Fontidueño. Municipio de Bello....3.133

Los derechos de autor de este documento son del CONSORCIO HTA, quien queda exonerado de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado

.